ÜBER DIE GENESE DER WÄRMEREAKTION BEIM AUTOGENEN TRAINING

— Eine experimentelle Studie an den Kapillarschlingen im Nagelwall —

Inaugural-Dissertation
verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von
ULRIKE BERGER geb. MÜLLER-LIMMROTH
aus MÜNSTER (Westf.)

WÜRZBURG, dem 16. 6. 81

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543520_0097

Aus der Medizinischen Universitätsklinik und Poliklinik
Würzburg
Direktor: o.Prof. Dr.med. H.FRANKE

ÜBER DIE GENESE DER WÄRMEREAKTION BEIM AUTOGENEN TRAINING

- Eine experimentelle Studie an den Kapillarschlingen im Nagelwall -

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n
verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

ULRIKE BERGER geb. MÖLLER-LIMMROTH

aus MÜNSTER (Westf.)

WÜRZBURG, dem 16.6.81

Referent: Prof. Dr.med. P.POLZIEN

Korreferent: Prof. Dr.med. H.FRANKE

Dekan: Prof. Dr.med. K.-H.WULF

Tag der mündlichen Prüfung: 21.7.1981

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen
Fakultät der Universität Würzburg

DISSERTATIONS - UND FOTODRUCK FRANK GmbH
8000 München 2, Gabelsbergerstraße 15, Tel. 2809090

Meinen Eltern!

ÜBER DIE GENESE DER WÄRMEREAKTION BEIM AUTOGENEN TRAINING

- Eine experimentelle Studie an den Kapillarschlingen im Nagelwall -

Inhaltsverzeichnis: Seite

1.0 Einleitung und Fragestellung 1

1.1 Die neurophysiologischen Aspekte des autogenen Trainings 4

1.2 Die Gesamtumschaltung und die somatischen Phänomene 7

1.3 Die Warmrezeptoren der Haut 8

1.4 Bau und Funktion der Kapillarschlingen der Haut 9

1.5 Thermoregulatorische Durchblutungsänderungen an der oberen Extremität 11

1.6 Der efferente Nervenanteil an der Wärmereaktion 13

2.0 Methodik 17

2.1 Probanden 17

2.2 Einsatz der Probanden 18

2.3 Kapillarmikroskopie 19

2.4 Messung der Fingerhaut- und Rektaltemperatur 22

2.5 Versuchsablauf 23

2.6 Auswertung der Versuchsergebnisse 24

3.0 Ergebnisse 25

3.1 Auswertung der Fragebögen vor dem a.T. 25

3.2 Auswertung der Fragebögen nach dem a.T. 28

3.3 Das Verhalten der Haut- und Rektaltemperatur im Verlauf des a.T. 30

3.4 Das Verhalten der Blutkapillaren im Nagelwall beim a.T. 33

3.5 Unterschiede in der a.T.-Reaktion zwischen 1. und 2. Untersuchung 36

3.6 Einfluß der vegetativen Labilität auf die a.T.-Reaktion 38

3.7 Beziehungen zwischen Kalt- bzw. Warmempfindungen nach Beendigung des a.T. 41

Seite

3.7.1 Kaltempfindung nach Beendigung des a.T. 41

3.7.2 Warmempfindung nach Beendigung des a.T. 45

3.7.3 Vergleich der a.T.-Reaktion bei Kalt- und Warmempfindungen nach a.T.-Ende 47

3.8 Das Verhalten der Haut- und Rektaltemperatur sowie der Kapillaren unter dem Einfluß von Alkohol und Nikotin 52

3.8.1 Der Einfluß von Alkohol auf die a.T.-Reaktion 52

3.8.2 Der Einfluß von Nikotin auf die a.T.-Reaktion 55

4.0 Diskussion 58

4.1 Hauttemperaturänderung und Warmempfindung 59

4.2 Indirekte Hinweise für eine vasomotorische Genese der Warmreaktion 60

4.3 Neurophysiologische Aspekte zur Warmreaktion 63

4.4 Warmreaktion und vegetative Ausgangslage 65

4.5 Methodenkritik 67

4.6 Der Einfluß von Alkohol auf die Warmreaktion 68

4.7 Der Einfluß von Nikotin auf die Warmreaktion 69

4.8 Eine Vorstellung über das Zustandekommen der a.T.-bedingten Warmreaktion 70

5.0 Zusammenfassung 72

6.0 Literatur 78

7.0 Tabelle 87

Lebenslauf

Über die Genese der Wärmereaktion beim autogenen Training

- Eine experimentelle Studie an den Kapillarschlingen im Nagelwall -

"Seelisches drückt sich in der
Körpersprache, Körperliches
in der seelischen Sprache aus."

(Viktor von Weizsäcker, 1951)

1.0 Einleitung und Fragestellung

Das autogene Training stellt eine von J.H.SCHULTZ (1976) im Jahre 1909 erstmals veröffentlichte psychotherapeutische Methode dar, bei der ein Patient - zunächst unter Anleitung des Therapeuten - durch gezielte Obung (: Training) selbst (: autogen) in einem hypnoseähnlichen Zustand zu einer angestrebten psychovegetativen "Umschaltung" des vegetativen Systems gelangen kann. Daß neben psychischen auch physische Umschaltschritte im autogenen Training erlebt werden, zeigen das Schwereerlebnis und das Wärmeerlebnis. Sobald die Probanden den Schwereversuch erlernt haben, sie also in der Lage sind, durch augenblickliche geistige Konzentration ein Gesamtschwereerlebnis des Körpers oder der Gliedmaßen zu erfahren, so kann sich entweder spontan ein Wärmeerlebnis als Begleiterscheinung einstellen oder den Probanden wird nun die Aufgabe gestellt, das "zweite Körpersystem in selbsttätige konzentrative Beherrschung zu bringen" (zit. n. SCHULTZ, 1976).

Während man auch in der derzeitigen Auflage der Monographie von SCHULTZ(1976) in erster Linie das Wärmeerlebnis im autogenen Training eben nur als Erlebnis, also lediglich phänomenologisch vorgestellt erhält mit fragmentarisch unterlegten Hinweisen auf mögliche physiologische Ursachen für das durch nachträgliches Befragen der Probanden erfaßte Wärmeerlebnis, haben von EIFF (1950) und vor allem POLZIEN (1955) erste objektivierbare Befunde für die Deutung dieses Phänomens geliefert.

Zwar haben Erfahrungen vieler Autoren mit der Hypnose und auch Beobachtungen von POLZIEN (1955) immer wieder Hinweise

auf Beziehungen zwischen dem hypnotischen Zustand und dem Wärmehaushalt geliefert, jedoch sind direkte Beweise für diesen Zusammenhang spärlich geblieben. Immerhin ist es eine fast 100 Jahre alte Erfahrung, daß im Anschluß an eine Hypnose eine Kaltempfindung auftreten kann, sogar mit thermoregulatorischen Gegenmaßnahmen gegen die Kaltempfindung wie beispielsweise Kältezittern (LIÉBAULT, 1892). Eine physiologische Erklärung für diese, an sich häufige Beobachtung blieb aber aus. Ferner beschreibt POLZIEN (1955), daß nach einer zeitlich ausgedehnten Schwereübung ein bekleideter Proband in einem auf 21 - 24° C temperierten Raum Kältgefühle äußerte und fröstelte. POLZIEN (1955) führte die Erscheinung auf einen Anstieg der Körperkerntemperatur zurück. Unter Hypnose selbst ist dagegen die Kerntemperatur im Körper gesenkt, was mit einer Senkung des Grundumsatzes, also des Stoffwechsels einhergeht (POLZIEN, 1955). Da nach von EIFF (1950) im hypnotischen Zustand bei Ruhesuggestion die Grundumsatzsenkung nur knapp 6% beträgt, dürfte dies kaum für die Kaltempfindung verantwortlich gemacht werden können, zumal eine solche geringe Abweichung von der Norm bei der indirekten Kalorimetrie noch im Streubereich der Methode liegt und nicht geklärt werden kann, ob dies einen spezifischen Hypnoseeffekt darstellt oder allein durch die Ruhigstellung erreicht wird (POLZIEN, 1957). Eine andere Erklärung als eine verminderte Wärmeproduktion für die Kaltempfindung nach einer Schwereübung im autogenen Training wäre eine gesteigerte Wärmeabgabe über die Körperschale infolge gesteigerter Hautdurchblutung. Diese von POLZIEN (1955) zuerst aufgestellte Hypothese findet schon in von SCHULTZ (1976) gemachten Beobachtungen Anhaltspunkte, z.B. Farbänderungen an der Haut der Hände. Da Messungen der Wärmestrahlung am Handrücken keine hierzu passende Resultate lieferten und - eigentlich erwartungsgemäß - bei Wärmesuggestion unter Hypnose bei Kälteexposition in der Klimakammer die integrale Hauttemperatur unverändert blieb (von EIFF, 1951), hat POLZIEN (1955) zur Stützung seiner Annahme einer gesteigerten Wärmeabgabe Temperaturmessungen an den Akren (: Körperschale) und im Rektum (: Körperkern) angestellt:

An 37 Patienten wurde in der Lernphase des autogenen Trainings festgestellt, daß die Temperatur an den Akren um 1,81° C mit einem mittleren Fehler des Mittelwertes von ± 0.21 anstieg, wobei der Temperaturanstieg im überwiegenden Ausmaß an den Fingern deutlich höher war als an der Hand. Auch lag das Maximum des Temperaturanstiegs am Finger zeitlich vor dem an der Hand. Tatsächlich scheinen zu Beginn des autogenen Trainings an den distalen Bereichen der Extremitäten die Temperatursteigerungen ausgeprägter zu sein als an den proximalen. Mit einer Relation von 40 : 30 : 10 für die Regionen Finger - Hand - Arm ändert sich entsprechend die Durchblutung, wenn die Körpertemperatur erhöht wird (GRANT u. HOLLING; zit. n. ASCHOFF, 1947). Wenn im autogenen Training die Temperaturzunahmen an den distalen Abschnitten der Extremitäten ebenso durch Steigerung der Durchblutung zustandekommen wie beim Obergang von Kälte auf Wärme (Finger: von 2 auf 100 ml/cm^3 Gewebe · min: WILKINS, DOUPE u. NEWMAN, 1937/38; Hand: von 5 auf 30 ml/cm^3 Gewebe · min: FREEMAN, 1935; Arm: von 3 auf 14 ml/cm^3 Gewebe · min: KUNKEL, STEAD u. WEISS, 1939, zit. n. ASCHOFF, 1947), so ist simultan mit einem Absinken der Kerntemperatur zu rechnen, was POLZIEN (1955) bei 20 von 37 Patienten auch registrieren konnte. Dabei lag der durchschnittliche Abfall der Rektaltemperatur bei 0,25 ± 0,13° C (der Temperaturanstieg an den Akren betrug bei diesen 20 Patienten 1,46 ± 0,29° C).

Die vorliegende Untersuchung hatte das Ziel, mit geeigneter Methodik, dieses gegensätzliche Verhalten von Körperschalen- und Körperkerntemperatur an Probanden, die die Wärmeübung des autogenen Trainings sicher beherrschten, zu verifizieren und biostatistisch abzusichern. Außerdem sollte mit Hilfe der Kapillarmikroskopie am Nagelfalz nach Kriterien für eine Mehrdurchblutung geforscht werden.

Das in dieser Fragestellung liegende Problem ist zwangsläufig ein psychosomatisches, bei dem das limbische System eine besondere Rolle spielt. Die Physiologie des hypnotischen Zustandes hat erstmals POLZIEN (1959) im Zusammenhang mit der Neurosenlehre eingehend beschrieben.

1.1 Die neurophysiologischen Aspekte des autogenen Trainings

Daß das Erröten und Erblassen zu den häufigsten Hautreaktionen bei den verschiedensten Affekten gehört, ist allgemein bekannt, deutet aber darauf hin, daß Hirnstrukturen, die der Regelung der Affektlage dienen, in unmittelbaren Kontakt zu denjenigen Zentren treten, die periphere Durchblutungsänderungen und damit veränderte Temperaturempfindungen veranlassen können. Wie empfindlich diese psychovegetative Verbindung zu reagieren vermag, zeigt die Untersuchung von HOFF (1962). Danach führt ein starker Spannungskopfschmerz bei einem Migränepatienten als Folge eines Durchzugs der Grenze von zwei Luftschichten zu einer ausgeprägten Angioneurose an den Kapillarschlingen am Fingernagelrand. Wie der in Abb. 1 durchgeführte Vergleich eines normalen kapillarmikroskopischen Bildes mit einem solchen

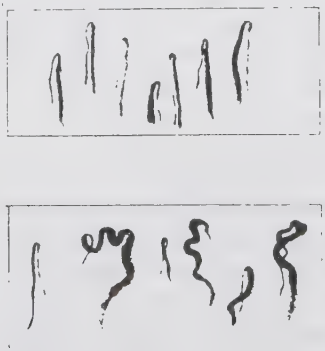


Abb. 1: Das Verhalten der Kapillarschlingen am Fingernagelrand bei starker Angioneurose (untere Darstellung) infolge eines Durchzugs einer Gewitterfront. Die obere Darstellung zeigt ein normales kapillarmikroskopisches Bild. Man beachte die starke Blutfüllung in den stark geschlängelten Kapillaren (n. HOFF, 1962).

bei starker Angioneurose belegt, führt der Durchzug einer Gewitterfront zu einer vermehrten Kapillarfüllung bei Schlängelung der Kapillaren (s. auch FRANKE, BETTMANN; zit. n. HOFF, 1962).

Für dieses psychovegetative Phänomen ist das limbische System mit seinen Verbindungen zu anderen Hirnstrukturen wichtig. Es handelt sich bei ihm um einen phylogenetisch alten Gehirnbereich, der 3 Abschnitte umfaßt (übers. b. AKERT u. HUMMEL, 1963):

1. corticale und subcorticale Graubezirke,
2. intramurale Faserzüge und
3. extramurale Verbindungen.

Die corticalen und subcorticalen Graubezirke (Hippocampus, Indusium griseum, Area entorhinalis, Gyrus cinguli, Nucleus amygdalae, Area septalis) haben die Aufgabe der Reizaufnahme, Reizverarbeitung und Reizbeantwortung.

Die intramuralen Faserzüge stellen eine Art "Haustelefon" zwischen den vorstehend genannten Bezirken dar und sind beim Menschen nur rudimentär entwickelt.

Ober die extramuralen Verbindungen werden Beziehungen zwischen Kerngebieten des Zwischenhirns und des Mittelhirns hergestellt. So gibt es Kontakte zum Hypothalamus (KLINGLER u. GLOOR, 1960). Deshalb können mentale und psychische Vorgänge die vegetativen Zentren, die neurosekretorischen sowie neuroendokrinen Strukturen aktivieren (HESS, 1954; SCHARRER u. SCHARRER, 1954; HARRIS, 1955). Mit dem sog. PAPEZ-circuit werden Fornix, Hippocampus und Corpus mamillare mit dem vorderen Thalamus zusammengeschaltet. Von dort ziehen Verbindungen zur cingulären Rinde, um von dort zum Hippocampus zurückzufließen. Dieses Bahnsystem löst beispielsweise Angstgefühle als Selbstinduktion infolge Bewußtwerden von Kreislauf- und Atmungseffekten aus. Die im autogenen Training auftretende Schwerereaktion ist über den Neocortex mit zentrifugalen Pyramidenbahnen und das spinalmotorische System möglich, so daß mit dem "Anstoßen" des Papez-circuit eine Muskeltonussenkung mit Schweregefühl als Folge einer konzentrativen Entspannung eintritt. Die Verbindungen des limbischen Systems zur "Limbic Midbrain Area" (GUDDEN'sche Kerne, BECHTEREW'sche Kerne u.a.). gestatten einen direkten Austausch zwischen den limbischen Strukturen und den vegetativen bzw. reticulären Gebieten (NAUTA, 1958).

Intensiven wechselseitigen Kontakt nimmt das limbische System mit der Formatio reticularis auf, die den Wachheitsgrad des Großhirns steuert (MORUZZI u. MAGOUN, 1949) und das Monopol für die afferente Reizung des limbischen Systems aus der Körperperipherie besitzt, wobei Kaltreize, Dehnungsreize aus der Muskulatur und Riechreize die wirksamsten sind.

Ein autogenes Training kann durch Kälte, Gerüche und ungünstige Körperhaltung mit Muskeldehnungen empfindlich gestört werden, während thermoregulatorische Indifferenztemperaturen im Raum (21 - 24° C), geruchsneutrale Luft und eine Körperhaltung, die die Gelenke in Mittelstellung bringt (= bewirkt minimale γ- Afferenz aus den Muskelspindeln wie bei der Droschken-Kutscherhaltung) den autogenen Trainingsverlauf begünstigen. Einiges spricht dafür, daß der externe sensorische Einstrom in die Formatio reticularis niedrig gehalten werden sollte, damit beim autogenen Training der limbische Erregungszustand nicht erhöht wird. Nur so kann vom Neocortex aus konzentrativ Einfluß auf das limbische System und den Hypothalamus genommen werden. Das limbische System ist in der Lage, Informationen aus extero- und interoceptiven Systemen (z.B. Frontallappen :HENSEL, 1963) aufzunehmen und sie in emotionelle und psychosomatische Vorgänge zu transformieren (Mc LEAN, 1958).

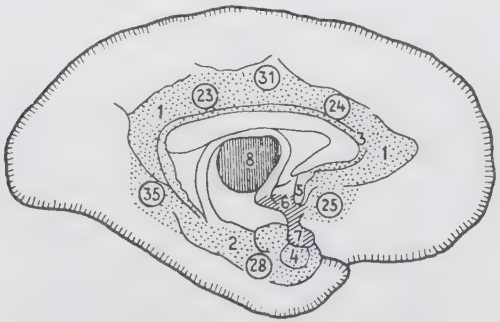


Abb. 2: Limbisches (punktiert), thalamisches (vertical schraffiert) und hypothalamisches System (schräg schraffiert): 1 : Gyrus cinguli; 2 : Hippocampus; 3 : Induseum griseum; 4 : Nucleus amygdalae; 5 : Area septalis; 6 : Hypothalamus; 7 : Hypophyse; 8 : Thalamus
(23) (31) : somatosensorische limbische Areale; (24) : motorisches limbisches Areal; (25) : olfaktorisches limbisches Areal; (28) : akustisches limbisches Areal; (35) : visuelles limbisches Areal. (n.TSCHABITSCHER u.CZERWENKA-WENKSTETTEN, 1964)

Die Darstellung in Abb. 2 zeigt die engen Beziehungen zwischen dem limbischen System und dem Hypothalamus. Der letztere ist der primäre Auslöser für die zu untersuchenden, vom autogenen Training veranlaßten Reaktionen an der terminalen Strombahn, hier an den Kapillarschlingen des Nagelfalzes.

1.2 Die Gesamtumschaltung und die somatischen Phänomene

Die neurophysiologischen Aspekte haben gezeigt, daß ein komplexes Verbindungssystem zwischen limbischen System, Formatio reticularis, Hypothalamus und Neocortex u.a. in der Lage ist, begleitende Kreislauf- und Atmungsreaktionen zu erklären. Ebenso können sie zur Erklärung des Zustandekommens des Schweregefühls dienen, als Folge einer bewußten konzentrativen Entspannung, welches somit eine psychologische Kontrolle darstellt und zur Umschaltung in den Versenkungszustand, der Gesamtumschaltung führt (POLZIEN, 1973). Mit diesen psychologischen Charakteristika lassen sich nun die somatischen Phänomene wie Akrenerwärmung und Kerntemperatursenkung interpretieren :nicht Selbstsuggestion, sondern eine Passivierung, der sogenannte Ich-Verlust mit Senkung des Erregungszustandes führt zu einer Einstellungsänderung und zur Gesamtumschaltung, welche sich in Symathicolyse äußert (POLZIEN, 1959). Wärmegefühl tritt auf und Messungen der Hauttemperatur ergeben einen Temperaturanstieg. Weiterhin vermag eine Ruhigstellung und Entspannung der Muskulatur als Schwere zu imponieren, objektivierbar durch Senkung der Kerntemperatur. Dieser Umstand wird verständlich, wenn man annimmt, daß der Temperatursollwert, um den geregelt wird, tiefer eingestellt wird, der Organismus "empfindet sich als zu warm" und gibt Wärme, vornehmlich an den Akren ab, und die Kerntemperatur sinkt kontinuierlich.

Dabei stellt sich jedoch nie ein thermoregulatorisches Gleichgewicht ein. Die Gesamtumschaltung in den Versenkungszustand ist also physiologisch durch eine gegenüber dem normalen Bewußtseinszustand veränderte Thermoregulation gekennzeichnet (POLZIEN, 1959).

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß die These "eine Versenkung in den Schwere-, Wärmezustand im a.T. sei allein durch Selbstsuggestion möglich" nicht aufrecht erhalten werden kann, vielmehr ist wahrscheinlich, daß die Somatisierungsprozesse wie Akrenerwärmung und Korntemperatursenkung auf die bewußte konzentrative Entspannung mit Passivierung und Ich-Verlust zurückzuführen sind (POLZIEN, 1955, 1959, 1973).

1.3 Die Warmrezeptoren der Haut

Eine lokalisierbare Wärmeempfindung wie bei der Wärmereaktion des autogenen Trainings kann nur dadurch zustandekommen, daß die an der entsprechenden Hautstelle befindlichen Warmrezeptoren eine afferente Impulssalve abgeben. Diese sind wesentlich spärlicher in der Haut verteilt als die Kaltrezeptoren und liegen etwa 0,3 - 0,6 mm unter der Hautoberfläche (BAZETT, 1941). Dabei liegt das Impulsmaximum für eine Warmfaser, die vom Warmrezeptor abgeht, bei 38° C. Oberhalb 50° C und unterhalb 25° C sind praktisch keine Impulse ableitbar (ASCHOFF, 1971). Bei steigender Hauttemperatur sinkt der Impulsstrom aus den Kaltrezeptoren, während der aus den Warmrezeptoren wächst. Die Gesamtheit dieser afferenten Impulse bestimmen dann den für die Empfindung wichtigen thermosensiblen Tonus (THAUER, 1958). Für die Rezeptoren und ihre bioelektrische Aktivität ist es gleichgültig, ob für die Auslösung einer Warmempfindung die Wärme von außen zugeführt oder über eine Mehrdurchblutung aus dem Körperkern antransportiert wurde.

Neben den in der Körperschale vorhandenen Thermorezeptoren gibt es auch solche in dem Körperkern, wie das Kühlen des Magens oder des Rektums bei Aufenthalt in einem Wasserbad von 36,7° C beweist. Es tritt trotz Aufenthalt im warmen Bad Kältezittern und Steigerung des Sauerstoffverbrauchs auf (THAUER, 1964). Somit muß auch eine afferente Information über ein Absinken der Kerntemperatur während der Wärmereaktion im autogenen Training erfolgen. Die Gesamtreaktion des Menschen, ob er wohlige Wärme empfindet oder im weiteren Verlauf fröstelt, hängt von der Gesamt-

verrechnung der in die Temperaturregelzentren des Hypothalamus einlaufenden Informationen ab, wobei diese Verrechnung erst bei Abweichungen von den Schwellenwerten der Temperatur zu einer Reaktion führt. Darum gilt die Gleichung:

$$\text{Reaktion} = a \cdot (T_{Haut} - T_{Schwelle}) \cdot (T_{Kern} - T_{Schwelle})$$

Aus dieser Gleichung ist abzulesen, daß unter Vernachlässigung der Konstanten a die Wärmereaktion umso ausgeprägter sein muß, je stärker Haut- und Kerntemperatur von ihren Schwellenwerten abweichen und zwar bei einer Wärmereaktion bei einem starken Anstieg der Hauttemperatur bei gleichzeitigem starken Absinken der Kerntemperatur. Die Wärmereaktion muß zwangsläufig schwächer sein, wenn sich nur die Hauttemperatur erhöht oder nur die Kerntemperatur senkt. Sofern Schalen- und Kerntemperatur gleichgewichtet werden, müßte eine Wärmereaktion ausbleiben, wenn ein Anstieg der Hauttemperatur mit einer Zunahme der Kerntemperatur in gleicher Größenordnung verbunden wäre.

1.4 Bau und Funktion der Kapillarschlingen der Haut

Unter der durchschnittlich 0,2 mm dicken Epidermis (Dicke schwankt wegen verschieden stark ausgeprägtem Stratum corneum erheblich) liegt das Papillarkörpergebiet, das zusammen mit der Basalmembran die Epidermis mit dem Corium verbindet. Es folgt die Geflechtschicht der Cutis, in der auch die Nerven und Gefäße liegen. Die gesamte Cutis ist - ebenfalls stark variierend - durchschnittlich 0,2 mm dick (TRONNIER u. SCHNEIDER, 1966). So dürften die Kuppen der Kapillarschlingen in etwa 0,3 mm unter der Hautoberfläche liegen, d.h. die 0,3 - 0,6 mm unter der Hautoberfläche liegenden Warmrezeptoren befinden sich in unmittelbarer Nähe der Kapillarschlingen. Die Zahl der Kapillarschlingen liegt bei 20 - 60/mm^2 Hautoberfläche (SCHIEBLER, 1976). Ober die Anordnung des cutanen und subpapillären Arteriennetzes sowie deren Zweige informiert Abb. 3. Wie man sieht, kommen größere Arterien nur in der Subcutis vor, die sich an der Grenze zwischen Subcutis und Cutis in ein Arteriennetz aufzweigen. Von hier aus gehen kleine

Arterien kandelaberartig in das Corium ab, wobei die Kandelaberarterien bogenförmig untereinander in Verbindung stehen (HORSTMANN, 1964). Subpapillär entsteht dann ein weiteres Arteriennetz, aus dem dann Arteriolen und die Kapillarschlingen sproßen, wobei die Kapillaren mit mehrfach ausgebreiteten Basalmembranen aus argyrophilen Fasern in den Papillen befestigt werden (BERGER u. BERGER, 1970).

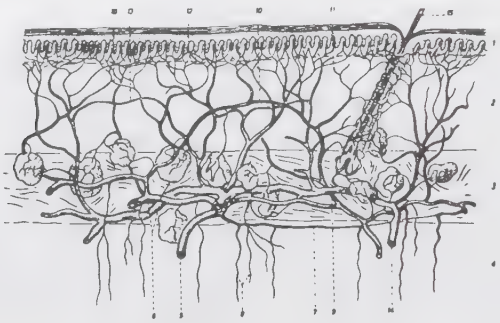


Abb. 3: Cutanes und subpapilläres Arteriennetz sowie deren Zweige (n. PETERSEN, 1935 u. HORSTMANN, 1957) 1: Stratum papillare corii; 2: Stratum reticulare; 3: Gefäßdrüsenschicht; 4: Subcutis; 5: Hautarterie; 6: Arterie u. Vene des cutanen Netzes; 7: dünner Abschnitt des cutanen Netzes; 8: Zweige zur Subcutis; 9: Kandelaberarterie; 10: Teilstrecke des subepidermalen Netzes; 11: zu den Papillen aufsteigender Arterienast; 12: Stratum subpapillare; 13: Teilstrecke des subpapillären Arteriennetzes; 14: Anfangsstrecke einer subcutanen Vene; 15: Haar, in der Tiefe Gefäße des Haarbalgs (HAMMERSEN, 1977)

Das venöse Abflußsystem, dessen Blutfüllung und Sauerstoffsättigung die Hautfarbe bestimmt, entspricht dem arteriellen System weitgehend (SCHIEBLER, 1976). Die Steuerung der Kapillardurchblutung, die in der vorliegenden Untersuchung kapillarmikroskopisch erfaßt werden soll, wird von der Gefäßmuskulatur der als Widerstandsgefäße anzusehenden Arteriolen bestimmt.

Die Wärmereaktion des autogenen Trainings wäre dann mit einer vom Hypothalamus zentrifugal vermittelten Dilatation der Arteriolen zu erklären. Denkbar wäre zur Erklärung dieser Wärmereaktion auch eine Eröffnung der in den Fingern vorhandenen arterio-venösen Anastomosen, der sog. HOYER-GROSSER'schen Organe (BOLLINGER, A., P. BUTTI, J.-P. BARRAS, H. TRACHSLER u. W. SIEGENTHALER, 1974) (GORGAS, BÜCK, TISCHENDORF u. CURRI, 1977).

1.5 Thermoregulatorische Durchblutungsänderungen an der oberen Extremität

Die Wärmebildung ist beim ruhenden Menschen mit 0,5 cal/100 g · min in der Fingerhaut gering (ASCHOFF u. WEVER, 1958). Trotzdem beträgt in einem Raum von 22° C die durchschnittliche Hauttemperatur an der Hand etwa 30 - 31° C. Das ist Ausdruck eines bei Raumtemperaturen von 21 - 24° C von innen nach aussen gerichteten konvektiven Wärmestroms mit dem Blut. Eine Durchblutungssteigerung kann daher die Wärmeabgabe über das Hautgewebe an die Umgebung erheblich verstärken. Das gilt besonders für die Finger, deren Durchblutungsvariabilität mehr als 1 : 600 betragen kann: Bei Vasokonstriktion beträgt die Fingerdurchblutung 0,2 ml/100 cm^3 Gewebe · min, bei Vasodilatation dagegen 120 ml/100 cm^3 Gewebe · min (ASCHOFF u. WEVER, 1958). An der Hand erreicht man nur eine Variabilität von 1 : 30 (Rumpf: 1 : 7).

Steigert man durch Erhöhung der Raumtemperatur die Fingerdurchblutung nur wenig, so steigt jedoch die Hauttemperatur des Fingers steil und ausgeprägt an (vgl. Abb. 4) Das liegt u.a. daran, daß mit der Erhöhung der Umgebungstemperatur der venöse Rückstrom von den tiefen Venen auf die oberflächlichen Venen umgeleitet wird (vgl. Abb. 3). Dadurch verringert sich der Wärmekurzschluß in der Extremität, d.h. die Abgabe von Wärme des Arterienblutes an das kältere zurückfließende Blut in den benachbarten Venen, und die distalen Temperaturen steigen infolgedessen auch ohne Änderung der Durchblutung an. Abb. 4 zeigt, wie sich die Hauttemperatur

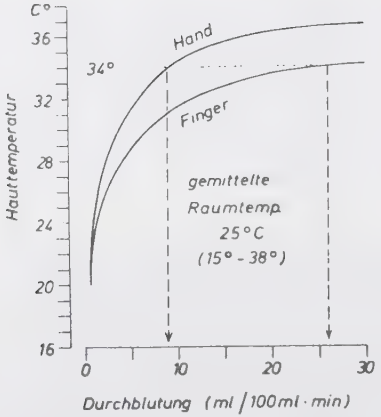


Abb. 4: Das Verhalten der Hauttemperatur (Ordinate) von Hand und Finger in Abhängigkeit von der Durchblutung (Abscisse) bei einer gemittelten Raumtemperatur von 25° C (ASCHOFF, 1958).

mit der Durchblutung ändert. Daß bei einer gleich starken Durchblutung von 9 ml/100 cm^3 Gewebe · min der Finger 30° C, die Hand jedoch 34° C wärmer ist, bzw. der Finger 3-fach stärker durchblutet werden muß, um 34° C warm zu werden wie die Hand, liegt am verschiedenen Verhältnis von Oberfläche/Volumen (Finger: 2,2; Hand: 1,0) sowie an der vom Zylinderdurchmesser abhängigen Wärmeübergangszahl (je kleiner der Radius, desto stärker der Wärmeabstrom).

Diese wenigen Hinweise lassen erwarten, daß die Wärmereaktion beim autogenen Training an den Fingern deutlicher zu objektivieren sein muß als auf den Handrücken, wobei die Abb. 4 es möglich macht, aus Änderungen der Fingertemperatur auf das Ausmaß der Durchblutungsänderungen zu gelangen.

1.6 Der efferente Nervenanteil von der Wärmereaktion

Die Blutgefäße der Akren stehen normalerweise ganz unter der Kontrolle vasokonstriktorischer Nerven wie kein anderes Gebiet des menschlichen Körpers, was dazu führt, daß nach einer Nervenblockade die Gefäße der Finger und Hände sich stark erweitern, so daß die Blutgefäße der Finger nur

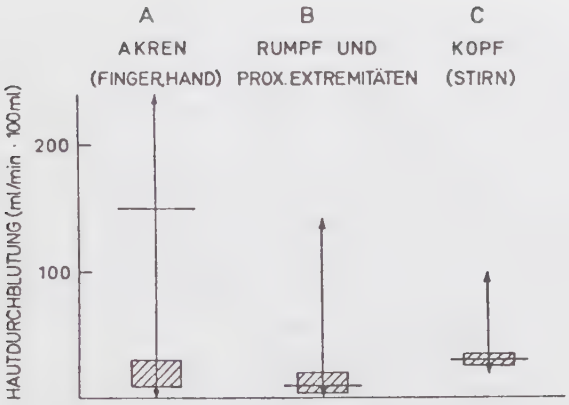


Abb. 5: Schematische Darstellung der regionalen Unterschiede im Verhalten der Hautdurchblutung des Menschen. Die schraffierten Bereiche demonstrieren die Normalbedingungen, die Pfeilspitzen die Maximaldurchblutung und die Querstriche die Durchblutung nach Nervenausschaltung (GOLENHOFEN, 1971)

noch durch örtliche Wärmezufuhr weiter dilatiert werden können (GOLENHOFEN, 1971). Demgegenüber ist in den proximalen Abschnitten der Extremitäten die vasokonstriktorische Innervation wesentlich schwächer (vgl. Abschnitt B in Abb. 5). Deshalb muß die Wärmereaktion im autogenen Trainung mit hoher Wahrscheinlichkeit durch ein Nachlassen der Vasokonstriktoren-Innervation zustandekommen.

Daß die Fingerdurchblutung unter einer zentralnervösen Kontrolle steht, beweisen u.a. niederfrequente Rhythmen. Gemeint sind damit nicht die pulsatorischen (Blutdruckwellen 1. Ordnung) oder respiratorischen Schwankungen (Blutdruckwellen 2. Ordnung), auch nicht der 10 s-Rhythmus, sondern die langsameren, rhythmischen Durchblutungsschwankungen. So sind in den Blutgefäßen der akralen Hautpartien zentralnervös gesteuerte, bei mittlerem Gefäßtonus besonders ausgeprägte Durchblutungsrhythmen mit einer Periodendauer von 0,5 - 2 min nachweisbar (BURCH, COHN u. NEUMANN, 1942; BURCH u. DE PASQUALE, 1960). Ferner finden

sich in Verbindung mit dem Tag-Nacht-Rhythmus der Kerntemperatur auch ausgeprägte Fluktuationen der Hautdurchblutung in den Akren. Dabei ist die akrale Hautdurchblutung stärker von der Änderungsgeschwindigkeit der Kerntemperatur als von deren absoluter Höhe abhängig (ASCHOFF, 1955). Wie Abb. 6 zeigt, sinken beim ruhenden Menschen bis zum Abend die Temperaturen an den Extremitäten ab, während die Kerntemperatur (Mund) und die am Kopf (Stirn, Hals) ansteigt. Die Wärmeabgabe ist also bei leicht erhöhtem Energieumsatz leicht gedrosselt. Ein solcher "Aufheizeffekt" (EBBECKE, 1948)

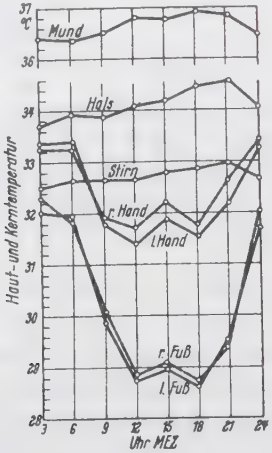


Abb. 6: Tagesgang der Kern- und Oberflächentemperaturen, gemittelt von 6 bettlägerigen Versuchspersonen (HEISER u. COHEN, 1933; aus: ASCHOFF, 1971)

geht subjektiv mit einem Frischegefühl einher und schlägt am Abend ziemlich plötzlich in einen "Entwärmungseffekt" um, in dem unter dem Gefühl wohliger Behaglichkeit die gespeicherte Wärme bei erhöhter Hauttemperatur unter Absinken der Kerntemperatur abströmt (ASCHOFF u. WEVER, 1958).

Alle vorstehend genannten Indizien für zentralnervös veranlaßte Durchblutungsänderungen in den Akren lenken die Aufmerksamkeit auf das Vasomotorenzentrum in der Medulla oblongata und den Hypothalamus. Der schon erwähnte vasokonstriktorische Tonus an den Blutgefäßen der Finger dürfte

über sympathische Efferenzen von der Medulla oblongata veranlaßt werden (WITZLEB, 1977). Wenn aber über corticale Prozesse wie bei der Konzentration bei der Durchführung des autogenen Trainings vegetative Effekte zustandekommen wie bei der Wärmereaktion, so sind diejenigen diffusen neuronalen Bezirke im Hypothalamus beteiligt, die das Verhalten und die begleitenden vegetativen Reaktionen hervorrufen. Hierbei wird im sog. "nutritiven Verhalten" - im Gegensatz zum "Abwehrverhalten" - der Parasympathicus erregt und der Sympathicus teilweise gehemmt (JÄNIG, 1977). Die Sympathicushemmung führt dann zum Nachlassen des konstriktorischen Tonus an den Arteriolen, durch deren Erweiterung sich dann die Kapillarschlingen im Nagelfalz verstärkt mit Blut füllen.

Zum Abschluß der in der Einleitung aufgezeigten Problematik zum Untersuchungsthema sei - gleichsam auch als Oberleitung zur Darstellung der Methodik - kurz noch auf die Jahresrhythmik des Vasomotorentonus am Finger eingegangen.

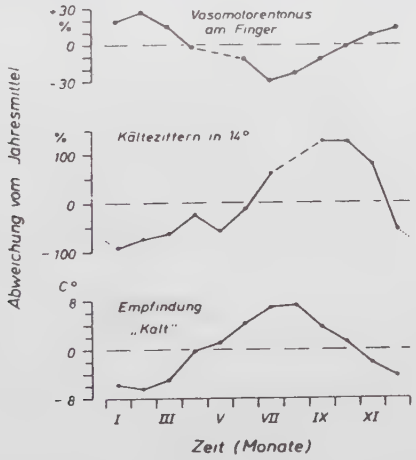


Abb. 7: Jahresperiodik des Vasomotorentonus im Finger (oben), beim Kältezittern nach Aufenthalt von 1 Std. unbekleidet in einem Raum mit 14°C /Mitte) und der Kaltempfindung der Lufttemperatur (unten) des Menschen (aus: ASCHOFF, 1971)

Das wird deshalb als notwendig angesehen, weil ein bei der Wärmereaktion im autogenen Training vermutetes Nachlassen des vasokonstriktoren Tonus umso deutlicher in Erscheinung treten muß, je höher er aus endogen rhythmischer Ursache ist. Ist demgegenüber der Gefäßtonus schon vor Beginn der Auslösung der Wärmereaktion niedrig, kann eine weitergehende autogen-reaktiv bedingte Tonusabnahme nur von geringeren Ausmaßen sein. Wie die Abb. 7 zeigt, zeigt der Vasomotorentonus im Finger eine Jahresperiodik. Hier wurde der Vasomotorentonus im Finger nach Applikation eines lokalen Kältereizes in 19°C Raumtemperatur gemessen. Wie man sieht, ist der Vasomotorentonus im Finger in den Monaten Januar - März (I - III) sowie November - Dezember (XI, XII) höher als im Jahresdurchschnitt, zu den übrigen Monaten des Jahres jedoch niedriger. Entsprechend der Kaltempfindungskurve "in Abb. 7 (unten)", muß in den Monaten mit erhöhtem Vasomotorentonus(Januar - März, November, Dezember) auch die Wärmereaktion ausgeprägter sein. Experimente, die sich mit der Wärmereaktion befassen, sollten - sofern diese Überlegungen zutreffen - zur Erzielung eindeutiger Ergebnisse in der Zeit von November - März durchgeführt werden.

2.0 Methodik

2.1 Probanden

Für die vorliegende Untersuchung stellten sich insgesamt 19 Probanden (13Männer,6 Frauen) zur Verfügung. Das Lebensalter der Versuchspersonen (Vpn) lag zwischen 17 und 34 Jahren (Durchschnittsalter: 25,6 Jahre). Alle Vpn waren seit Jahren mit dem autogenen Training vertraut (Lernjahre: 1968 - 1977; nur 2 Vpn hatten die Technik des autogenen Trainings erst im Jahr dieser Untersuchung erlernt). Das Erlernen der Methode erfolgte ganz überwiegend unter Anleitung in einer Gruppe (lediglich 2 Autodidakten).

Der Anlaß zur Aufnahme eines autogenen Trainings wurde durch Auswertung eines Fragebogens ermittelt. Danach stand unter den Gründen für den Entschluß zum Erlernen der Methode des autogenen Trainings die Notwendigkeit der Verwendung im späteren Beruf als Diplompsychologe oder Arzt. Andererseits verbanden nicht wenige Vpn mit dem Erlernen des autogenen Trainings auch die Hoffnung auf persönliche Hilfe (Beseitigung von Konzentrationsschwäche, Schlafstörungen, Unausgeglichenheit, Nervosität, vegetativen Störungen, Erlernen von Entspannung zur Prüfungsvorbereitung, Durchblutungsverbesserung u.a.).

Von den 19 Vpn übten nur 3 Vpn regelmäßig, bei den übrigen Probanden kamen Obungsunterbrechungen von Wochen oder sogar Monaten vor, weil das autogene Training "je nach Bedarf" durchgeführt wurde. Dann übte die Mehrheit mindestens einmal am Tage, 8 Probanden mehrmals täglich. Die liegende Körperposition bevorzugt (16 Fälle), nur 2 Vpn bevorzugten die Droschkenkutscherhaltung und eine Vp machte von beiden Körperpositionen Gebrauch. Als Tageszeit zur Vornahme der Obung wurden der späte Nachmittag und Abend bevorzugt.

Obwohl sich die Mehrheit der Probanden (17 Vpn) selbst bezüglich des Lernfortschritts in die Unterstufe einstuften, gelang allen die Umschaltung auf das Schweregefühl, das in 4 Fällen schon bis zur 1. Minute eintrat, in 6 Fällen nach 2 - 3 min, in 4 Fällen nach 5 min und in 4 Fällen erst nach 5 - 10 min. Die durchschnittliche Dauer der gesamten Obung lag bei 10 - 20 min (12 Vpn). Nur 1 Vp übte lediglich 6 - 8 min, 4 Vpn dagegen 30 min und 2 Vpn sogar 30 - 60 min. Die nachstehende Auflistung zeigt die von den Probanden bevorzugten Obungen (geordnet nach sinkender Häufigkeit):

- Atemübung (17)
- Stirnkühlung (14)
- Herzübung (13)
- Vorsatzbildung (9)
- Selbstschau (4)

- Sonnengeflecht (4)
- mit Musik (2)

(Die in Klammern angegebenen Zahlen geben die Häufigkeit der Nennungen an. Sie belegen, daß in einer Sitzung mehrere Obungen nacheinander von den Probanden ausgeführt werden.)

Der Erfolg des autogenen Trainings wurde von 5 Vpn als "sehr zufriedenstellend", von 10 Vpn als "zufriedenstellend", von 3 Vpn als "indifferent" und nur von 1 Vpn als "wenig zufriedenstellend" eingeschätzt.

Die erreichten Obungsziele sind nachstehend mit fallender Häufigkeit ihrer Nennung aufgeführt:

- Entspannungsfähigkeit (18)
- Konzentration (11)
- körperliches Wohlbefinden (11)
- Schlaf (10)
- Vorsatzbildung (7)
- Empfindungssteigerung (6)
- Muskelspannung (5)
- Selbstschau (3)
- Gefäßregulierung (2)

(Die in Klammern angegebenen Zahlen geben die Häufigkeit der Nennungen der Obungsziele an. Sie belegen den "Leistungsstand" der in dieser Studie untersuchten Vpn, die offenbar mehrere Obungen nacheinander erfolgreich durchführen konnten.)

2.2 Einsatz der Probanden

Der vorstehende Abschnitt des Kapitels "Methodik" belegt, daß die sich dieser Studie unterziehenden 19 Vpn durchaus als genügend mit dem autogenen Training vertraut angesehen werden dürften. Im Hinblick auf die Gefäßwirksamkeit von Nikotin und Kohlenmonoxid dürfte noch der Hinweis von Interesse sein, daß von den 19 Vpn 13 Probanden Nichtraucher waren. Ob zwischen Rauchern und Nichtrauchern ein Unterschied im Ausmaß der Wärmereaktion zu erfassen ist, wird in den Ergebnissen noch darzustellen sein.

Wie in Abschnitt 1.5 der Arbeit (vgl. S. 15 u. 16) ausgeführt, existiert beim Vasomotorentonus im Finger eine Tages- und eine Jahresperiodik. Es war daher von der Versuchsplanung her unter weitgehender Berücksichtigung der Lebensgewohnheiten der Probanden auf einen Versuchsbeginn zu Tageszeiten zu achten, zu denen die Akren eine relativ niedrige Temperatur, d.h. einen hohen Vasomotorentonus aufweisen, weil unter diesen Bedingungen ein Nachlassen

des Sympathicustonus deutlichere Reaktionen auslösen müßte. Ein Vergleich der Versuchszeiten zwischen 11 Uhr und 20 Uhr mit dem in Abb. 6 dargestellten Tagesgang der Handtemperatur zeigt, daß für eine objektive Erfassung der Wärmereaktion im autogenen Training die Wahl der Versuchszeiten richtig war.

Das Gleiche gilt für den Untersuchungszeitraum. Die Experimente wurden in der Zeit von Oktober bis Dezember des Jahres 1978 durchgeführt. Nach der in Abb. 7 wiedergegebenen Jahresperiodik des Vasomotorentonus im Finger (s.S. 16) sind in der Zeit von November bis März eindeutigere Ergebnisse zu erwarten als zu den übrigen Zeiten des Jahres.

Zur Verringerung der intraindividuellen Schwankungen wurden 19 Vpn zweimal in wechselnden Zeitabständen untersucht, 5 Vpn davon sogar dreimal. Daraus ergibt sich eine Analysezahl N = 43 (2 · 19 = 38 + 5 = 43).

2.3 Kapillarmikroskopie

Der Leibarzt Ludwigs XIV Petro BORELLO (zit. n. SCHÖNFELD, 1939) dürfte der erste gewesen sein, der die kleinsten Blutgefäße des Fingers am lebenden Menschen beobachtet hat. Er schreibt:

"In unguibus humanis venulae distinctae et optime cernuntur, unguesque adeo hiantes videntur ut non male ferae rictum maximum aemulentur".

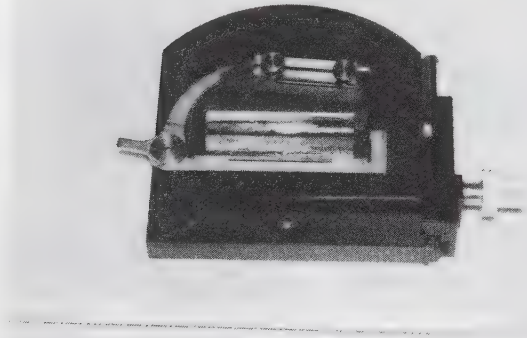
("An den menschlichen Nägeln sind kleinste Gefäße einzeln für sich und sehr gut zu erkennen, und die Nägel scheinen so sehr zu klaffen, daß sie nicht übel dem weitaufgerissenen Rachen einer Bestie gleichen".)

1823 beschrieb dann der Physiologe PURKINJE (zit. n. ILLIG u. CONRATHS, 1959) die kleinsten Blutgefäße an der mit Öl bestrichenen Haut in seiner Schrift "Commentatio de examine physiologico organi visus et systematis cutanei". Die in dieser Schrift dargestellte Methode wurde erst 1912 von dem amerikanischen Physiologen LOMBARD (1912) in der Würzburger Inneren Klinik unter Professor FREI aufgegriffen, wobei der Nagelwall zur Kapillardruckmessung mit Glycerin zur direkten mikroskopischen Beobachtung eingeebnet wurde. Jedoch eigentlich bekannt und verbreitet wurde die Kapillarmiskroskopie durch die Veröffentlichungen des Tübinger Internisten MOLLER (1921, 1922, 1939). EHRING (1950, 1957) verbesserte die Methode weiter, jedoch hat es in der dazwischen liegenden Zeit und auch danach eine Fülle weiterer Modifikationen gegeben, wobei neben der genannten Einebnung der Oberfläche des Nagelwalls mit Öl oder Glycerin vor allem die Verbesserung der Durchsichtigkeit der Epidermis durch Abziehen des Stratum corneum mit Klebestreifen von besonderer Bedeutung ist (DAVIS u. LORINCZ,

1957). Eine Literaturübersicht findet sich bei ILLIG und CONRATHS (1959). Schließlich hat bei der Kapillarmikroskopie auch die Televisionstechnik Eingang gefunden, mit der eine 250-fache Vergrößerung noch zu auswertbaren Bildern führt (FAGRELL, FRÖNEX u. INTAGLIETTA, 1977).

Für die vorliegende Untersuchung wurde die in Abb. 8a und b dargestellte Fingerhalterung aus Plexiglas gebaut, die

a)



b)

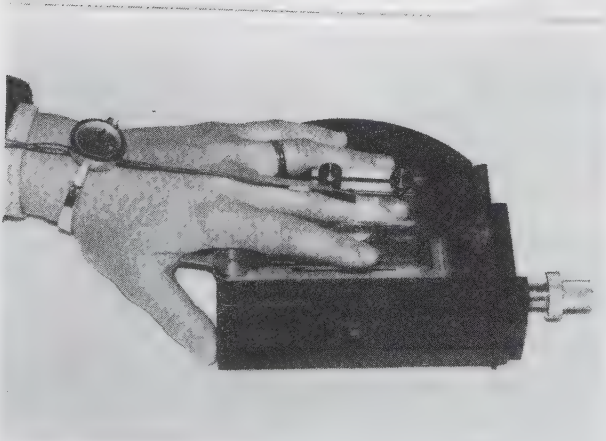


Abb. 8: a) Kreuztisch des Photomikroskops mit eingespannter Fingerhaltung
b) mit eingelegtem Finger einer Versuchsperson

sich in die Kreuztischhalterung des verwendeten Photomikroskops (Fa. Carl Zeiss, Oberkochen) bündig einspannen ließ. Die Halterung bestand aus einer Grundplatte, die in Abmes-

sung, Form und Dicke der beweglichen und festen Klammer des Kreuztisches angepaßt war (s. Abb. 8a). Auf diese Platte war ein Plexiglasblock fest aufgeklebt (in Abb. 8a unterer Block). Im Abstand des variablen Durchmessers des Mittelfingers befand sich in schräger Position (wegen der unterschiedlichen Dicke der Grund-, Mittel- und Endphalanx des Fingers) ein in Langlöchern verstellbarer Plexiglasblock, der mit 2 Rändelschrauben in jeder Position fixiert werden konnte (in Abb. 8a, oberer Block). Beide Plexiglasblöcke waren auf den dem zu untersuchenden Finger zugekehrten Seiten zur Verminderung der Wärmeableitung mit Schaumstoff beklebt, ebenso der im Fingerfach befindliche Teil der Grundplatte. Abb. 8b zeigt, wie sich mit dieser Vorrichtung der Mittelfinger der Vpn zur Nagelwallkapillarmikroskopie gut fixieren ließ, ohne die Kapillarzirkulation zu beeinträchtigen.

Um ein Anheben des Fingers und damit eine Unschärfe bei der Photographie auszuschließen, wurde um die Objektivfassung des Mikroskops ein mit einer Blattfeder versehener Ring angeschraubt, wobei die Feder den Fingernagel des zu untersuchenden Fingers mit leichtem Andruck fixierte (vgl. Abb. 9). In Abb. 9 sind ferner die beiden Glasfaseroptikarme der Kaltlichtquelle zur Beleuchtung sichtbar.

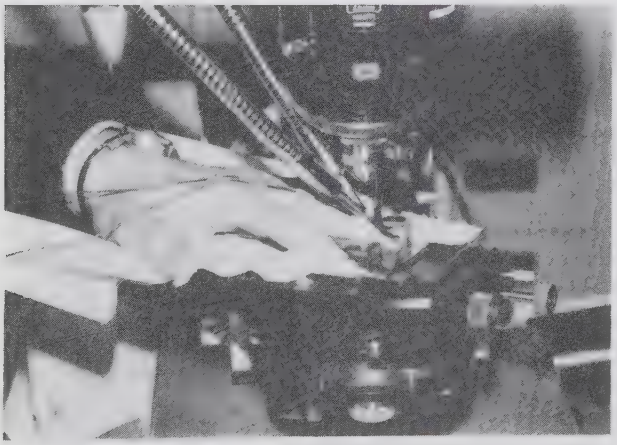


Abb. 9: Versuchsfertige Anordnung des Fingers zur Kapillarmikroskopie mit den beiden Lichtleitfaserarmen.

Die mit 2 flexiblen Lichtleiterarmen versehene Kaltlichtquelle (Typ: KL 150 B, Fa. Schott & Gen., Mainz) war stufenlos regelbar und lieferte eine maximale Beleuchtungsstärke am Ausgang von $15 \cdot 10^6$ lx.

Die verwendete Vergrößerung betrug bei einem Objektiv von 4 : 1, dem Optovar von 1,25 und dem Vergrößerungsfaktor des Projektivs von 3,2 insgesamt 4 x 1,25 x 3,2 = 16-fach. Das Filmmaterial war Agfapan 400 (27 DIN) für Schwarz-Weiß-Aufnahmen (15 min Dokumentenentwickler) sowie Kodak-Ektachrome 160, ET 135 (23 DIN) für Farbdiapositive, die aber auf 27 DIN sonderentwickelt wurden. Zur Kontrastverstärkung wurde in den Strahlengang des Mikroskops ein helles Grünfilter (VG 9) eingelegt. Eine Belichtungsmessung durch das Betrachtungsokular des Mikroskops ergab eine optimale Beleuchtungszeit 1/5o s. Durch die Vergrößerung der Filmnegative auf Papierabzüge ist noch ein Vergrößerungsfaktor von 3,76 in Anrechnung zu bringen, so daß die Gesamtvergrösserung für die Auswertung 16 x 3,76 = 60-fach betrug. Dieser Vergrößerungsfaktor wurde durch Messung des Maximalabstandes von 2 Kapillarschlingen auf dem Filmnegativ (z.B. 1,5 mm) sowie auf Positivabzug (z.B. 5,65 mm)errechnet.

2.4 Messung der Fingerhaut- und Rektaltemperatur

Die Temperaturmessung erfolgte mit den in Abb. 10 dargestellten Thermoelementen. Das in Abb. 10 oben dargestellte Thermo-

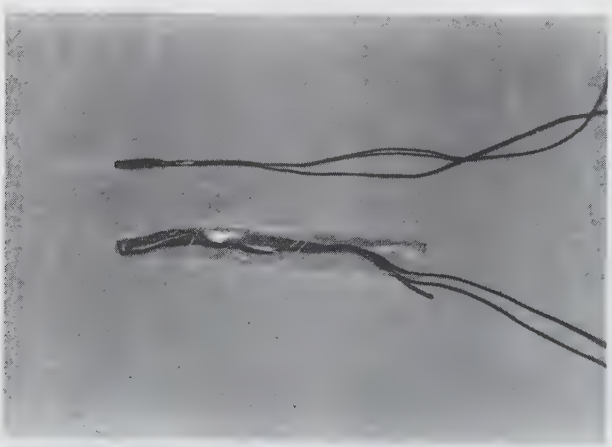


Abb. 10: Die zur Temperaturmessung verwendeten Thermoelemente. Das obere Thermoelement wurde für die Fingertemperatur (Körperschale), das untere für die Ermittlung der Rektaltemperatur eingesetzt (Körperkern).

element wurde auf der Dorsalseite der Endphalanx des Mittelfingers so mit Heftpflaster befestigt, daß es unter konstantem Druck anlag, und eine konstante Wärmeabgabe möglich war.

(vgl. Abb. 9). Das rektal einzuführende Thermoelement wurde mit einem üblichen Fingerling für Rektaluntersuchungen überzogen und mit diesem rektal eingeführt (untere Thermosonde in Abb. 10).

Die Kabel der beiden Thermoelemente wurden von der Vp in einen Nebenraum geführt, in dem aus Gründen der Störgeräuschminderung die Registriereinheit für die Temperaturmessung untergebracht war und von einer assistierenden Person bedient wurde. Bei der Temperaturregistriereinheit handelte es sich um den Micrographen BD 5 mit Meßstellenwähler BA 5 der Fa. Kipp & Zonen (Delft, Niederlande).

2.5 Versuchsablauf

Die zu definierten Versuchszeiten einbestellten Vpn wurden im Laboratorium zunächst zur Schaffung konstanter Ausgangsbedingungen auf einem Untersuchungstisch bequem gelagert. Während dieser etwa 30 min dauernden Zeit wurde der Mittelfinger der linken Hand mit einem von der Kosmetischen Industrie hergestellten Nagelhautentferner behandelt, um das Nagelbett weich und durchsichtiger zu machen (: Abtragung eines Teils des Stratum corneum). Sodann wurde der linke Arm mit einer an der Untersuchungsliege angebrachten Armstütze so gelagert, daß die Hand sich in Höhe des Objekttisches des Photomikroskops befand und der Mittelfinger bequem in die Fingerhalterung gebracht werden konnte (vgl. Abb. 8a und 9). Beide Thermoelemente waren inzwischen positioniert und mit der Temperaturregistriereinheit verbunden

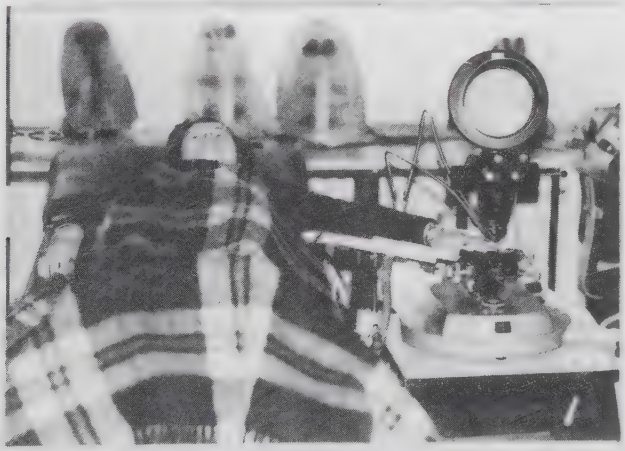


Abb. 11: Untersuchungssituation

worden. Abb. 11 zeigt die Verhältnisse. Weil nicht selten

im Anschluß an die erfolgte Wärmereaktion des autogenen Trainings Fröstelempfindungen auftraten trotz Einhaltens einer Zimmertemperatur von 21°C, wurden die Vpn mit einer Wolldecke zugedeckt.

Nach Abdunkeln des Raumes wurde die Vpn aufgefordert mit der Obung zu beginnen. Die Versuchsleiterin beobachtete über das Betrachtungsokular den Fingernagelwall, die Assistenz im Nebenraum kontrollierte die Temperaturregistrierung. Um auf dem Temperaturregistrierstreifen Versuchsbesonderheiten und auch den Zeitpunkt einer photographischen Aufnahme exakt markieren zu können, konnte die Versuchsleiterin mit Tastendruck eine Signallampe im Nebenraum

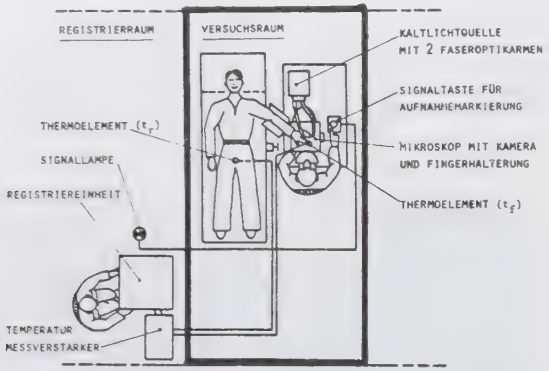


Abb. 12: Schematische Darstellung des gesamten Versuchsaufbaus.

kurz aufleuchten lassen. Auf diese Weise konnte im Meßraum jegliches akustisches Störgeräusch vermieden werden. Die Registrierung setzte rund 10 min vor Beginn der Obung ein. Die Obung selbst wurde zwar nach 20 - 22 min abgebrochen, die Registrierung aber noch weitere 18 - 20 min fortgesetzt.

Sowohl vor als auch nach dem Versuch wurden den Vpn Fragebögen vorgelegt, um Auskünfte über die subjektiven Begleitumstände zu erhalten.

2.6 Auswertung der Versuchsergebnisse

Die Temperaturverlaufskurven von Haut und Rektum wurden digitalisiert und einer statistischen Bearbeitung zur Erfassung der Standardabweichung und der Streuung des Mittelwertes unterzogen.

Die Photogramme der Kapillarschlingennetze wurden mit Hilfe einer angefertigten Cellophan-Schablone ausgewertet, auf

der sich maßstabsgerecht ein Quadrat von 3 x 3 cm Kantenlänge befand, dem bei einer 60-fachen Vergrößerung ein Areal von 0,25 mm^2 natürlicher Größe entspricht. Aus versuchstechnischen Gründen lag die Zahl N in den meisten Fällen bei 39 (S. 19, 3. Abs.).

3.0 Ergebnisse

Die vorliegende Untersuchung hatte zum Ziel, herauszufinden, ob für die während des autogenen Trainings (a.T.) auftretende Wärmeempfindung eine Reaktion der Blutkapillaren, erfaßt mit der Kapillarmikroskopie des Nagelwalls, verantwortlich gemacht werden kann. Um zunächst über die subjektiven Empfindungen vor und nach dem a.T. Informationen zu erhalten, wurden unmittelbar vor der Übung (etwa 30 min vorher) ein Fragebogen und nach Beendigung des Versuchs ein weiterer Fragebogen ausgefüllt, deren Auswertung Rückschlüsse über die Ausgangssituation der Probanden sowie über das Befinden nach Beendigung des a.T. zu ziehen gestattete.

3.1 Auswertung der Fragebögen vor dem a.T.

Die Auswertung der vor Beginn der Übung von den 19 Vpn ausgefüllten 43 Fragebögen (19 Vpn 2 mal, davon 5 Vpn ein 3. Mal im Experiment: N = (2 x 19) + 5 = 43) führte zu folgenden Resultaten:

a) Angst vor dem Experiment?
(1 = keine Angst; 5 = große Angst)

1	1,2	1,3	2	2,5	3	4	5
32	1	2	6	1	1	-	-

b) Am Experiment interessiert?

sehr	interessiert	indifferent	wenig	nicht
5	33	3	2	-

c) Lust zur Mitarbeit am Experiment?

viel	mittelmäßig	wenig	keine
27	4	11	1

d) Zeit zum Experiment?

viel	genug	kaum
7	35	1

e) heute ausgeschlafen?
(1 = sehr frisch; 5 = völlig übermüdet)

1	2	2,5	3	4	5
5	17	1	16	4	-

f) am Versuchstag Sport getrieben?

viel	wenig	nicht
3	3	37

(1 Vpn hatte 15 min zuvor eine 2-stündige Autofahrt gemacht)

g) Sättigungsgrad?

übersatt	gesättigt	indifferent	hungrig
2	13	26	2

h) Medikamente in den letzten 36 Std.?

keine: 39
Schmerz- bzw. Grippemittel: 3
Kreislaufmittel: 1

i) Alkohol in den letzten 36 Std.?

keinen	1 Schoppen Wein 1 Fl. Bier	2-3 Schoppen Wein 2-3 Fl. Bier	mehr als 3 Schoppen bzw. 3 Fl.
10	13	15	5

j) Zigarettenkonsum?

heute keine	> 5 Zig.	5 - 10 Zig.	> 15 Zig.
5	5	4	2

Nichtraucher: 28

k) Wann letzte Zigarette?

vor 15 min	30 min	> 60 min
2	4	5

l) Kaffee- und/oder Teekonsum am Versuchstag?

0	1 Tasse	2 - 3 Tassen	4 Tassen
8	15	16	4

m) Wann letzter Kaffee- bzw. Teekonsum?

0	> 1 Std.	1 - 2 Std.	3 Std.	> 5 Std.
5	3	11	6	18

n) a.T. am Versuchstag?

nein	1 x	2 x	3 x und mehr
36	5	2	-

o) Dauer der Übung am Versuchstag?

> 5 min	5-10 min	10-15 min	15-30 min	> 30 min
-	5	2	2	-

p) Übung erfolgreich?

nicht geübt	sehr	erfolgreich	nein
36	-	4	3

q) seelische Verfassung am Versuchstag?

ausgesprochen ausgeglichen:	1
ausgeglichen:	24
indifferent:	8
leicht unausgeglichen:	8
unausgeglichen:	2

Es läßt sich aus diesen Erhebungen ableiten, daß die Vpn mehrheitlich ohne Angst, interessiert und ohne Zeitdruck zum a.T. kamen. Sie waren auch zur Mitarbeit bereit und in der Mehrzahl der Fälle nicht ermüdet. Die meisten haben zuvor keinen Sport getrieben, waren nicht hungrig und haben keine Medikamente eingenommen. Auffallend war aber, daß ein nicht geringer Teil der Probanden auch während des Experiments unter Alkohol stand, so daß diese Vpn gesondert ausgewertet werden konnten. Entsprechend konnte mit der Nikotinzufuhr verfahren werden,

wobei die stärkeren Raucher, die vor dem Experiment geraucht haben, mit den Nichtrauchern verglichen werden konnten. Die meisten Vpn hatten ferner am Versuchstag 1 - 3 Tassen Kaffee oder Tee getrunken. Schließlich hatten die meisten Vpn am Versuchstag kein a.T. betrieben und waren am Versuchstag seelisch ausgeglichen oder indifferent.

3.2 Auswertung der Fragebögen nach dem a.T.

Unmittelbar nach Beendigung der Obung, d.h. nach Abwarten einer Zeitspanne von 15 - 20 min nach verbaler Aufforderung, das a.T. zu beenden, wurde erneut ein Fragebogen vorgelegt, um Auskunft über das subjektive Befinden zu erhalten:

a) Beeinflussung des a.T. durch die Versuchssituation?

nicht	wenig	stark	eher erleichtert
13	27	3	-

b) gelang das Schwereerlebnis?

nein	leichter	wie sonst	schwieriger
-	3	26	14

c) in welcher Zeit gelang das Schwereerlebnis?

>3 min	3-6 min	6 min	undulierend	nicht
10	24	7	2	-

d) stets Ortsorientierung vorhanden?

ja	nein
26	17

e) Tageslicht stets bewußt?

ja	nein
16	27

f) spontanes Auftreten der Warmempfindung?

ja	nein
34	9

g) Ort der Warmempfindung?

Arme:	31
Beine:	18
Rumpf:	8
Leib:	6
generalisiert:	9

(In 6 Versuchen war die Wärmereaktion undulierend).

h) Während der Obung

Sehbilder	Hörbilder	Sprechbilder	weder - noch
20	2	1	22

i) Temperaturempfindung nach der Obung?

frieren	kälter	unverändert	wärmer	schwitzen
9	11	11	12	-

j) Stimmungsänderung nach der Obung?

ja	nein
24	19

k) Befinden nach der Obung?

entspannt:	32
ausgeglichen:	22
erholt:	20
müde:	18
erleichtert:	9
aktiviert:	8
enttäuscht:	2
niedergeschlagen:	1
gereizt:	1
aggressiv:	1

Zusatzangaben:

hungrig:	1
weniger gestreßt und gereizt:	1
kalte Füße und ausgeruht:	1

kalte Füße und Kopfschmerzen:	1
schlapp:	1

Aus den Häufigkeiten der Aussagen kann für das untersuchte Vpn-Kollektiv gesagt werden, daß durch die Versuchssituation in mehr als der Hälfte der Fälle das a.T. schwieriger war, das nach 3 - 6 min auftretende Schwereerlebnis trotzdem mehrheitlich wie gewöhnlich gelang, obwohl in 14 von 43 Versuchen das Schwereerlebnis schwerer zu erreichen war. Dabei war während des a.T. die Ortsorientierung mehrheitlich gewahrt, nicht aber das Bewußtsein der Tageszeit. In 34 von 43 Versuchen trat die Warmempfindung spontan auf, bevorzugt an den Armen und etwa halb so oft an den Beinen. Kombinationen, Generalisierungen und Warmempfindungen am Körperstamm waren erheblich seltener festzustellen. Hör- oder Sprechbilder waren während des a.T. äußerst selten, während Sehbilder oder keinerlei Empfindungen fast bei jedem 2. Versuch genannt wurden. Auffallend ist, daß nach Beendigung des a.T. etwa gleich häufig Kalt- und Warmempfindung geäußert wurden wie die Äußerung thermischer Indifferenz. Auch die Frage nach einer Stimmungsänderung nach der Obung wurde in etwa gleich oft positiv wie negativ beantwortet, wobei unter den positiven Antworten die Zustände Entspanntsein, Ausgeglichenheit, Erholtsein, aber auch Müdigkeit überwogen.

3.3 Das Verhalten der Haut- und Rektaltemperatur im Verlauf des a.T.

Die Auswertung der Fragebögen läßt bereits erkennen, daß im Hinblick auf die Lebensgewohnheiten, die hämodynamische Veränderungen veranlassen können (Nikotin, Alkohol, Coffein) die Probandengruppe heterogen ist. Trotzdem wurden zur Darstellung der Normalreaktion der Hauttemperatur (T_H) und der Rektaltemperatur (T_R) die aus allen 43 Versuchen der 19 Vpn erhaltenen T_H - und T_R - Werte zusammengefaßt und den Ergebnissen der Kapillarmikroskopie am Nagelwall gegenübergestellt. Das Ergebnis ist in Abb. 12 dargestellt. Wie man sieht (Abb. 12, untere Kurve, T_H), beträgt die Hauttemperatur am Finger 29.23

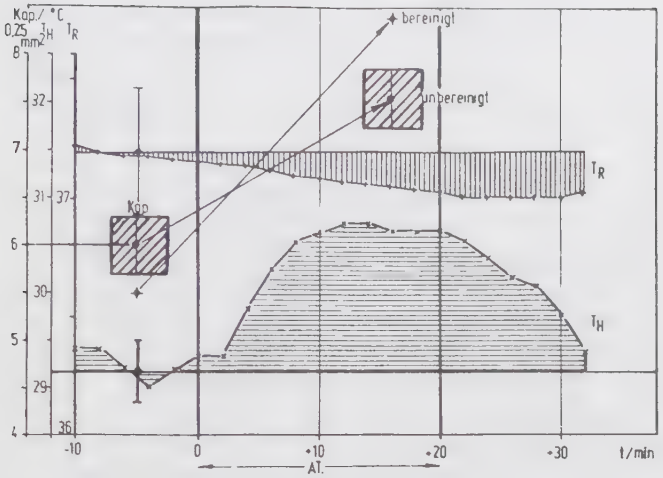


Abb. 13: Das Verhalten der Haut-(T_H) und der Rektaltemperatur (T_R) vor, während und nach a.T. Die schraffierten Flächen demonstrieren das Ausmaß der Änderungen zum jeweiligen Mittelwert, der aus den 10 min vor Beginn des a.T. gewonnen wurde. Von 0 - 20 min (Abscisse) wurde ein a.T. durchgeführt. Die rautiert eingezeichneten Blöcke geben die Zahl der Kapillaren mit der Streuung des Mittelwertes an (linke Ordinate)

± 2.02°C (minimal: 27.2°C; maximal: 31.24°C Streuung des Mittelwertes 0.31), wobei sie in den 10 min vor a.T.-Beginn um diesen Mittelwert mit einer Amplitude von durchschnittlich 0.25°C schwankt. Ferner zeigt sich, daß bereits 2 min nach Aufnahme des a.T. die Hauttemperatur anzusteigen beginnt, um nach 13 ± 6 min (7. - 19. min; Streuung des Mittelwertes: 13 ± 1 min) mit 31.02 ± 1.99°C ihr Maximum zu erreichen. Es tritt durchschnittlich folglich eine Erhöhung der Hauttemperatur um + 1.79 ± 1.29°C ein (Streuung des Mittelwertes 0.19). Nach Beendigung des a.T. um die 20. min sinkt die Hauttemperatur wieder ab und erreicht um die 32. min wieder den durchschnittlichen Ausgangswert. Im durchschnittlichen Hauttemperaturverlauf wird das Maximum von 30.74 ± 2.29°C in der 12. Minute erreicht, d.h. es ergibt sich eine Differenz zum Ausgangswert von 1.5°C.

Auf dieses Maximum wird im Folgenden Bezug genommen.

Ermittelt man das Maximum der Hauttemperatursteigerung ohne die 2 Vpn, bei denen eine Wärmereaktion nicht nachweisbar war (s.S. 43), so ergibt sich im Maximum des a.T. eine Hauttemperatur von 31.21 ± 1.8°C, d.h. es ergab sich eine Steigerung um ca. 2°C.

Die graphische Darstellung der Rektaltemperatur T_R (obere Kurve in Abb. 13) bestätigte den bekannten Befund, daß nämlich unter dem a.T. die Körpertemperatur (= Rektaltemperatur: T_R) absinkt. Ermittelt man wiederum aus den 10 min vor a.T.-Beginn erfaßten Werten, so hat die Rektaltemperatur einen Ausgangswert von 37,19 ± 0,27°C. Es bestätigt sich hiermit, daß die Körperkerntemperatur beträchtlich geringeren Streuungen (± 0.27°C) ausgesetzt ist als die Körperschalentemperatur an den Enden der oberen Extremität (± 2.02°C). Ferner wurde fast regelmäßig beobachtet, daß die Rektaltemperatur schon vor Beginn des a.T. zum Zeitpunkt 0 abzusinken begann. Die Abnahme setzte sich dann während des a.T. fort mit einer Versteilung der Temperaturabsenkung um die 4. - 6. min nach a.T.-Beginn. Auffallend ist ferner, daß die Temperaturänderungen im Körperkern erheblich träger verlaufen, so daß das Minimum der Rektaltemperatur erst nach 22 ± 5 min (Streuung des Mittelwertes: 22 ± 0.76 min), also erst nach Beendigung des a.T. mit 37.00 + 0.26°C erreicht wird. Zudem ist die Intensität der T_R-Abnahme um - 0.21 ± 0.14°C wesentlich schwächer. An dieser Absenkung orientieren sich unten folgende Vergleiche. Im durchschnittlichen Temperaturverlauf ergibt sich ein Minimum in der 22. Minute mit 37.01 ± 0.27°C. Auf diesen Wert wird im Folgenden Bezug genommen. Damit ergibt sich eine Absenkung der Rektaltemperatur von 0.18°C. Der Vergleich der T_H-Steigerung mit der T_R-Senkung bis zum jeweiligen Maximum führt zu einer Relation von 10/1 Die Trägheit der a.T.-bedingten Senkung der Rektaltemperatur ist auch daran erkennbar, daß selbst 20 min nach Obungsende die Ausgangstemperatur im Körperkern noch nicht wieder erreicht wurde (vgl. obere Kurve in Abb.13).

3.4 Das Verhalten der Blutkapillaren im Nagelwall beim a.T.

Nach dem in "Methodik" beschriebenen Verfahren (s.S. 19 ff.) wurden die in einem Feld von 0,25 mm^2 am Nagelwall nachweisbaren Blutkapillaren nach ihrer Zahl sowie nach ihrem Schwärzungsgrad (stark-mittel-schwach) als Ausdruck einer Erweiterung und/oder Schlängelung erfaßt. Welches Bild sich dem Beobachter darbietet, zeigen Abb. 14 a und b. Der Vergleich der Abb. 14 a, aufgenommen in der 7. min vor a.T.-Beginn, mit Abb. 14 b aus der 14. min nach a.T.-Beginn läßt erkennen, daß durch das a.T. sowohl die Zahl der Kapillaren als auch ihre Form und Größe zunehmen. Von den 19 Vpn konnten nur in 39 Experimenten (statt 43) kapillarmikroskopische Bilder aufgenommen und ausgewertet werden. In 18 Experimenten war keine Zunahme der Kapillarenzahl zu beobachten, wohl aber bei den restlichen 21 Versuchen. Wurden ungeachtet dieser Feststellung alle 39 Experimente einer statistischen Bearbeitung unterzogen, so ergab sich Kapillarsumme/0,25 mm^2:

vorher:	a.T. (max):
6 $\pm$ 1,88 Kap./0,25 mm^2	7,56 $\pm$ 2,05 Kap./0,25 mm^2
(Streuung d. Mittelwertes: $\pm$ 0,3)	(Streuung d. Mittelwertes: $\pm$ 0,33).

Diese Zunahme der Kapillarenzahl ist in Abb. 13 als Pfeil mit Streuungsangabe eingezeichnet. Weil aber bei diesem Vorgehen "unklare Fälle" enthalten waren, führte die Bereinigung der Auswertung um diese Fälle zu nachstehenden Werten: Kapillarsumme/0,25 mm^2:

vorher:	a.T. (max.):
5,5 $\pm$ 0,4 Kap./0,25 mm^2	8,4 $\pm$ 0,4 Kap./0,25 mm^2

Diese Werte sind in Abb. 13 mit einem weiteren Pfeil ohne Streuungsangabe dokumentiert.

Es muß allerdings im a.T. nicht unbedingt die Zahl der sichtbaren Kapillaren zunehmen, es kann auch eine Kapillarerweiterung eintreten, erfaßbar an einer Verschiebung der Schwärzungsgrade. Dividiert man die Zahl der in jeder Schwärzungsstufe gefundenen Kapillaren durch die Zahl der Versuche (N = 39), so erhält man die in nachstehender Tabelle aufgelisteten Werte: (s. Seite 35).

a)

b)

Abb. 14: Kapillarmikroskopische Aufnahmen vom Nagelwall
a) 7. min vor Beginn des a.T.
b) 14. min nach a.T.-Beginn
(Vp. Kn., Vers. 17.12.78, 11 Uhr)
Die scheinbare dunklere Färbung des Untergrundes ist kein photographischer Trick, sondern beruht auf vermehrter Blutfülle tieferer Venenplexus.

Schwärzungsgrad	vorher:	a.T. (max.)
stark	0,15 ± 0,54 (Str. MW: ± 0,09)	0,56 ± 1,19 (Str. MW: ± 0,19)
mittel	1,08 ± 1.26 (Str. MW: ± 0,2)	1,97 ± 1,8 (Str. MW: ± 0,29)
schwach	4,77 ± 2,02 (Str. MW: ± 0,3)	5,03 ± 2,64 (Str. MW: ± 0,42)
Str. MW = Streuung des Mittelwertes		

Die Kapillaren mit starkem Schwärzungsgrad nehmen somit um das 3,7-fache, die mit mittlerem Schwärzungsgrad um das 1,9-fache, die mit schwachem Schwärzungsgrad nur um das 1,1-fache zu. Daraus läßt sich eine Verschiebung des Schwärzungsgrades zur intensiveren Seite unter dem a.T. ableiten, d.h. eine Kapillarerweiterung. Diese Vermutung bestätigt sich aus der Verteilung der Gesamtzahlen an Kapillaren:

Vor dem a.T. wurden insgesamt 234,
während des a.T. jedoch 295
Kapillaren ausgezählt, eine Zunahme von 61 Kapillaren = 26,1%.
Diese Kapillaren verteilen sich auf die Schwärzungsklassen wie folgt:

	stark	mittel	schwach
vorher	6 = 3%	42 = 18%	186 = 79%
a.T. (max.)	22 = 8%	77 = 26%	196 = 66%
Änderung	+ 5%	+ 8%	- 13%

Aus der Spalte "Änderung" ist ablesbar, daß im a.T. die Zahl der schwach geschwärzten Kapillaren abnimmt, zu gunsten der stark und vor allem der mittelmäßig geschwärzten Kapillaren.

Eigentümlich ist die mitunter anzutreffende, von Experiment zu Experiment unterschiedliche Reagibilität der Kapillaren. So reagierten 8 Vpn bei den Doppelbestimmungen an jeweils 2 verschiedenen Tagen nur einmal, davon 4 Vpn nur bei der

2. Untersuchung, 4 Vpn nur bei der 1. Untersuchung und 1 Vpn (3x untersucht) bei der 3. Untersuchung nicht. Bei 3 Vpn zeigte sich bei der 2. Untersuchung nur eine Kapillarerweiterung, jedoch keine Zunahme der Zahl der Kapillaren. Schließlich zeigten 2 Vpn (Vpn Re. u. Pe.) bei keiner Untersuchung eine Kapillarreaktion (4 Versuche). Dementsprechend schwach fiel bei diesen auch die Steigung der Hauttemperatur T_H aus, die von 28.87°C nur auf 29.94°C anstieg, wobei dieses Maximum schon in der 6. min des a.T. erreicht wurde. Von diesem Zeitpunkt sank die Hauttemperatur schon wieder ab. Auch die Reaktion an der Rektaltemperatur war mit einer Abnahme von T_R = 37.05°C auf T_R = 36.94°C in der 16. min nur angedeutet vorhanden. Bei diesen beiden Vpn. ohne Kapillarreaktion stieg also die Hauttemperatur statt um 1.79 ± 1.29°C nur um 1.07°C an; die Rektaltemperatur sank statt um 0,21 ± 0,14°C nur um 0,11°C ab. Wie die angegebenen normalen Streuwerte zeigen, ist folglich die Temperaturreaktion im a.T. bei den Vpn ohne nachweisbare Kapillarreaktion statistisch um 32,3% bzw. 47,6% schwächer ausgeprägt als beim Gesamkollektiv. Trotzdem wurde von diesen Vpn eine Wärmeempfindung während des a.T. in 4 Versuchen angegeben und in 3 von 4 Versuchen eine Stimmungsänderung.

3.5 Unterschiede in der a.T.-Reaktion zwischen 1. und 2. Untersuchung

Bei Betrachtung der Kapillarsummen konnten 2 Gruppen unterschieden werden:

1. 4 Vpn (Dr., Schm., Lü., Ge.) zeigten bei der ersten Untersuchung eine Zunahme der Kapillaren, reagierten aber bei der zweiten Untersuchung bei gleichbleibender Kapillarenzahl nicht. Dementsprechend ändert sich, wie die in Abb. 15 dargestellten Säulen erkennen lassen, die Verteilung der Kapillaren nach ihrem Schwärzungsgrad: Der Anteil der schwach geschwärzten Kapillaren nimmt zu, die mittel geschwärzten dagegen ab; die stark geschwärzten Kapillaren sind nicht mehr nachweisbar. Wenn das Ausdruck einer bei der 2. Untersuchung geringeren Kapillarerweiterung ist, muß auch die Änderung der Hauttemperatur geringer sein. Wie Abb. 15

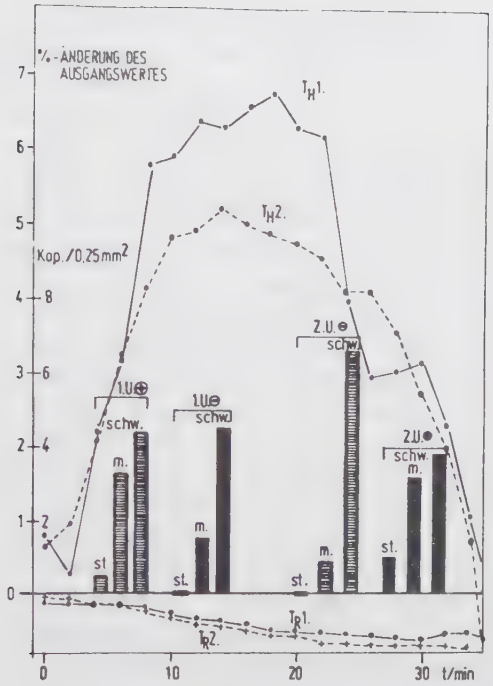


Abb. 15: Die Blöcke stellen die mittlere Kapillarenzahl/0.25 mm² im Maximum des a.T. dar. Die Kurven T_{H1} ⊕, T_{H2} ⊖, T_{R1} ⊖ sowie T_{R2} ⊕ geben die Änderung der Haut-, Rektaltemperatur in % des Ausgangswertes wieder.

1. Untersuchung: Kapillarsumme steigt - T_{H1} ⊕
2. Untersuchung: Kapillarsumme unverändert - T_{H2} ⊖
1. Untersuchung: Kapillarsumme unverändert - T_{R1} ⊖
2. Untersuchung: Kapillarsumme steigt - T_{R2} ⊕

zeigt, steigt die Hauttemperatur im a.T. der 2. Untersuchung (T_{H2} -) um 1.51% weniger an als bei der 1. Untersuchung (T_{H1} -). Auffallend ist jedoch, daß das Maximum der Hauttemperatursteigerung der 2. Untersuchung zeitlich früher liegt (14. Minute) im Vergleich zum Maximum der Hauttemperatursteigerung der 1. Untersuchung (18. Minute). Der Verlauf der beiden Rektalkurven ist annähernd gleich.

2. 4 Vpn (Wi., Str., Kn., Bo.) reagierten nur bei der 2. Untersuchung mit einer Zunahme der Kapillarenzahl. Bei der 1. Untersuchung blieb hingegen die Kapillarsumme gleich. Wie Abb. 15 zeigt, steigen die stark geschwärzten Kapillaren stark an, ebenso die mittleren, was auf Kosten der schwach geschwärzten Kapillaren geht. Im Verlauf der beiden Hauttemperaturkurven ergeben sich keine Unterschiede; das Maximum liegt mit 30.73 bzw. 30.94°C im Bereich der Norm. Dagegen zeigt die Rektaltemperaturkurve bei der 1. Untersuchung ein Absinken von nur 0.15°C im Gegensatz zu 0.21°C bei der 2. Untersuchung. Dies entspricht der normalen Reaktion, stellt aber im Vergleich zur 1. Untersuchung eine um 30% stärkere Absenkung dar und ist wohl einem größeren Entspannungszustand bei der 2. Untersuchung gleichzusetzen.

3.6 Einfluß einer vegetativen Labilität auf die a.T.-Reaktion

Bei einer Vp (Vp. Jä.), die für 3 Untersuchungen zur Verfügung stand, fiel die außerordentliche Variabilität und außerdem die sehr niedrigen Ausgangswerte der Hauttemperatur auf. Da diese Vp. im Fragebogen der 2. Untersuchung angegeben hatte, daß sie zuvor ein Kreislaufmittel eingenommen habe (wegen bestehender Hypotonie?), wurden die von dieser Vp gewonnenen Versuchsergebnisse isoliert ausgewertet. Abb. 16 zeigt das Ergebnis. Wie man sieht, begannen bei dieser Vp die Hauttemperaturen bei den 3 Obungen mit niedrigen Werten (vgl. mittlere Ordinate in Abb. 16 mit der in Abb. 13). Während beim Gesamtkollektiv die durchschnittliche Hauttemperatur T_H vor Beginn des a.T. 29.23 $\pm$ 2.02°C betrug, also die niedrigste Hauttemperatur höchstens 29.23 - 2.02 = 27.21°C haben konnte, errechnete sich für diese Vp als Mittelwert der Hauttemperatur in den 10 min vor a.T.-Beginn:

1. Untersuchung: 23,09°C (ausgezogene Gerade)
2. Untersuchung: 24,68°C (gestrichelte Gerade)
3. Untersuchung: 26,96°C (punktierte Gerade).

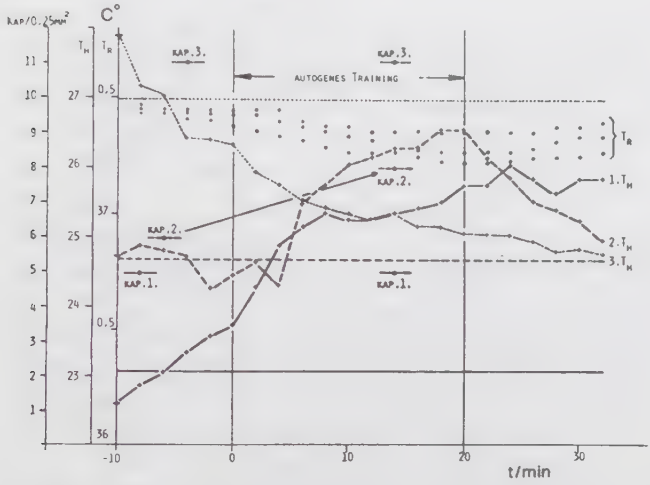


Abb. 16: Das Verhalten der Haut- und Rektaltemperatur (T_H, T_R) bei einer Vp mit niedriger und stark schwankender Ausgangstemperatur der Haut sowie der Kapillarreaktion (Kapillarsumme) bei 3 an verschiedenen Tagen durchgeführten a.T.-Obungen. Vor der 2. Untersuchung hatte die Vp ein Kreislaufmittel eingenommen.

Auffällig ist ferner der zeitliche Verlauf der Hautemperatur: Bei der T_H1.-Kurve der 1. Untersuchung (ausgezogene Kurve) steigt schon von der 10. min vor a.T.-Beginn die Hauttemperatur stetig an und erfährt mit dem Beginn der Obung ebenfalls eine angedeutete Versteilung (Knick zum Zeitpunkt 0). Das entgegengesetzte Verhalten fand sich bei der T_H3.-Kurve der 3. Untersuchung (punktierte Kurve): Hier sank von einem deutlich höheren Ausgangswert die Hauttemperatur stetig ab mit einer leichten Verstärkung der Hauttemperatursenkung mit a.T.-Beginn (Knick zum Zeitpunkt 0). Bei der T_H2.-Kurve der 2. Untersuchung (gestrichelte Kurve), zeigt sich hingegen ein "normales" Verhalten: Bei zwar gleichfalls zu niedrigen

Ausgangstemperaturen der Haut schwankt die Hauttemperatur vor a.T.-Beginn um diesen Ausgangswert, um von der 4. min nach Übungsbeginn in einer für das a.T. typischen Warmreaktion überzugehen mit einem T_H-Maximum am Übungsende (20. min). Allerdings kehrt die Hauttemperatur vom a.T.-Ende ebenso rasch wie sonst zum durchschnittlichen Ausgangswert zurück (vgl. hierzu schraffierte Fläche T_H in Abb. 13), so daß in der 34. min des Experiments wieder die gleich niedrige Hauttemperatur wie vor Versuchsbeginn gegeben ist. Dieser a.T.-Versuch erfolgte unter dem Einfluß eines Kreislaufmittels.

Zu diesen Befunden, die als Beweis für eine hämodynamische Ursache der Warmreaktion gelten, sprechen die kapillarmikroskopisch gefundenen Kapillarsummen: Bei der 1. Untersuchung wurden im 0,25 mm^2 großen Feld des Nagelwalls 5 Kapillaren/0,25 mm^2 gefunden (Kap. 1) ohne Änderung durch das a.T. Bei der 3. Untersuchung waren es 11 Kapillaren/0,25 mm^2 (Kap. 3), wiederum ohne a.T.-bedingte Änderung. Lediglich bei der 2. Untersuchung nahm die Zahl der im 0,25 mm^2 großen Feld gefundenen Kapillaren von 6 auf 8 Kapillaren/0,25 mm^2 zu.

Betrachtet man bei dieser Vp die Verhaltensänderungen des Schwärzungsgrades als Kriterium für eine a.T.-bedingte Kapillarerweiterung, so fand sich die o.g. Verschiebung des Schwärzungsgrades von -schwach- auf -mittel-stark-, nur bei der 1. und 2. Untersuchung

von 2 m. 3 schw. auf 3 st. 2 m. bzw.
von 6 schw. auf 3 m. 5 schw.

In der 3. Untersuchung wurden nur 11 schwach geschwärzte Kapillaren ohne Änderung durch das a.T. gefunden.

Es bedarf offenbar eines definierten mittleren Kapillartonus (2. Untersuchung), um eine Warmreaktion im a.T. zu erreichen. Bei niedrigem und hohem Kapillartonus (1. u. 3. Untersuchung) ist die Warmreaktion nur angedeutet aufdeckbar, wobei bei niedrigem Kapillartonus (3. Untersuchung) zwar die Zahl der Kapillaren entsprechend der höheren Hauttemperatur größer ist, sie nimmt jedoch im

a.T. nicht zu, ändert dabei auch nicht ihren Durchmesser.

3.7 Beziehungen zwischen Kalt- bzw. Warmempfindungen nach Beendigung des a.T.

Wie bei der Einleitung (vgl. S. 8) wird eine Kalt- bzw. Warmempfindung von den Thermorezeptoren veranlaßt, die Informationen über die Hauttemperatur zentralwärts leiten, um gegebenenfalls von dort aus entsprechende gegenregulatorische Maßnahmen einzuleiten. Sofern die klimatischen Bedingungen im Umfeld der Vpn konstant gehalten werden, können Kalt- oder Warmempfindungen vom Menschen nur dann geäußert werden, wenn die Hauttemperatur durch entsprechende Änderung der Hautdurchblutung gesenkt bzw. gesteigert wird. In den nach der a.T,-Obung auszufüllenden Fragebögen hatten 11 Vpn Kaltempfindungen und 8 Vpn Warmempfindungen geäußert, so daß es sinnvoll erschien, beide Gruppen getrennt auszuwerten und mit den Ergebnissen der Gesamtauswertung zu vergleichen.

3.7.1 Kaltempfindungen nach Beendigung des a.T.

Von den 11 Vpn, die im Anschluß an die Obung Kalt- oder mindestens Kühleempfindungen äußerten, taten dieses 7 Vpn nach beiden Obungen, die übrigen 3 Vpn nur nach Ende der 2. Untersuchung. Eine Vpn (Schm.) äußerte Kühle nach allen 3 Versuchen (N = 20).
Das Verhalten der Haut- und Rektaltemperatur sowie der Kapillarsumme ist in Abb. 17 dargestellt. Verfolgt man dort die Kurve T_H(kalt), so beginnt sie mit 28,52°C Ausgangstemperatur niedriger als beim Gesamtkollektiv (29,23°C), zeigt aber eine normale Warmreaktion während des a.T. (0. - 20. min), um danach mit normaler Geschwindigkeit wieder auf den niedrigen Ausgangswert zurückzukehren. Daß die a.T.-bedingte Warmreaktion bei dieser Vpn.-Gruppe gleich ausgeprägt ist wie beim Gesamtkollektiv, beweist der Vergleich der in Abb. 17 schraffiert eingezeichneten Fläche unter der T_H(Kalt)-Kurve mit derjenigen, die von der T_H(alle)-Kurve und der durch den Ausgangstemperatur-Wert von 29,23°C gezogenen, horizontalen Geraden begrenzt wird. Es ist darum die Schlußfolgerung statthaft, daß bei Vpn mit Kaltempfindungen

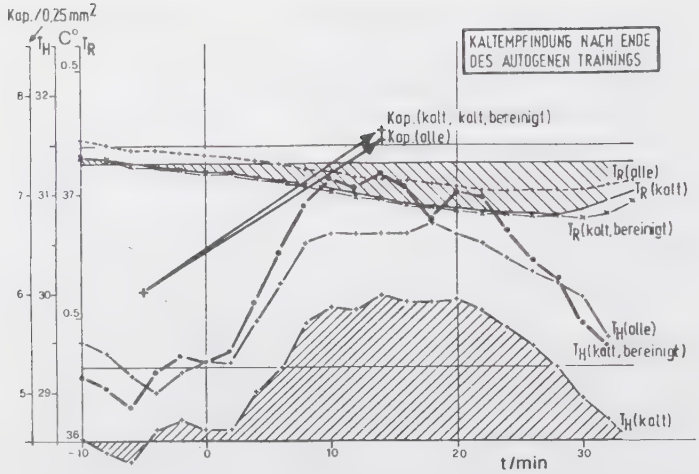


Abb. 17: Das Verhalten der Haut (T_H kalt, T_H kalt bereinigt)- und Rektaltemperatur (T_R kalt, T_R kalt bereinigt) vor, während und nach a.T. bei Vpn mit Kaltempfindungen nach Obungsende im Vergleich zu den Werten des Gesamtkollektivs (T_H alle bzw. T_R alle). Das Verhalten der Kapillarsumme wird mit den Pfeilen Kap. (kalt/kalt bereinigt) bzw. Kap. (alle) angezeigt.

nach a.T.-Ende die normale T_H-Reaktion lediglich um den Betrag der Senkung der Hautausgangstemperatur parallel verschoben tiefer abläuft.

Wegen des bekannten gegensätzlichen Verhaltens von Haut- und Rektaltemperatur könnte man dann erwarten, daß bei Vpn mit Kaltempfindungen nach a.T.-Ende die Kurve der Rektaltemperatur dann höher als normal verlaufen würde. Der Vergleich der Kurve T_R(kalt) mit der Kurve T_R(alle) zeigt, daß das nicht der Fall ist. Im Gegenteil: Wenn auch statistisch nicht absicherbar, ist die Ausgangstemperatur im Körperkern mit 37.21°C minimal höher als normal (37.19°C) und anschließend verläuft die T_R(kalt)-Kurve ebenso wie beim Gesamtkollektiv T_R(alle) mit einem Minimum von 37.01°C in der 26. min. Die Kapillarsumme war bei der Vpn-Gruppe mit Kaltempfindung nach a.T.-Ende vor a.T.-Beginn gleich der des Gesamtkollektivs. Unter a.T. stieg sie jedoch mit 7.68 Kap./0.25

mm^2 (Kap.(kalt)) etwas stärker an als normal (7,56 Kap./0,25 mm^2 (Kap.(alle)). Dabei nahm vor allem die Zahl der stark geschwärzten Kapillaren zu, d.h. sie stieg um das 11-fache (von 0,053 auf 0,58 Kap./0,25 mm^2) an. Im Vergleich dazu stieg sie beim Gesamtkollektiv nur um das 3,7-fache (von 0,15 auf 0,56 Kap./0,25 mm^2) an.

Es sollte im Hinblick auf eine Verfälschung des realen T_H(kalt)-Kurvenverlaufs noch erwähnt werden, daß bei 2 weiblichen Vpn mit Kaltempfindungen nach a.T.-Ende in je einer Untersuchung (Vp An. 2. Unters.; Vp Jä. 3. Unters.) eine Warmreaktion während des a.T. nicht nachweisbar war und die T_H-Kurve bei niedriger T_H-Ausgangstemperatur stetig absank auf 25,87°C 12 min nach a.T.-Ende.

Bei 4 Vpn (3 weibl., 1 männl.; Vpn Jä., Schm. u. Li.: 1. Unters.; Vp Re.: 3. Unters.) mit Kaltempfindungen nach a.T.-Ende wurde in jeweils einer Untersuchung das Maximum der Warmreaktion gegen die Regel erst nach Ende der Obung (22. - 24. min) erreicht, gefolgt von einem raschen Absinken der T_H-Werte. Wiederum war bei diesen Vpn die T_H-Ausgangstemperatur mit 26,57°C niedriger als normal.

Zieht man von den 20 Einzelauswertungen von 11 Vpn mit Kaltempfindungen nach a.T.-Ende die Werte der 6 Auswertungen von 5 Vpn mit abnormen Verhalten der T_H-Kurven ab, so erhält man den "Normalverlauf" der Hauttemperatur im a.T. der Vpn mit Kaltempfindungen mit nachstehenden Mittelwerten (N = 20 - 6 = 14):

-10	-8	-6	-4	-2	0	+2	+4	+6	+8
29,18	29,05	28,87	29,25	29,32	29,28	29,35	29,91	30,42	30,90

+10	+12	+14	+16	+18	+20	+22	+24	+26	+28
31,14	30,08	31,21	31,07	30,73	31,06	30,89	30,62	30,35	30,09

+30	+32
29,69	27,49

Vergleicht man diese Werte mit der in Abb. 13 dargestellten T_H-Kurve, so zeigt sich bei diesen restlichen 6 Vpn mit Kaltempfindungen eine besonders ausgeprägte Warmreaktion im a.T. mit einem Maximum in der 12. min nach a.T.-Beginn mit 31.22°C (im Vergleich dazu 30.74°C in der 13. min beim Gesamtkollektiv).Die Ausgangstemperatur der Haut ist mit 29.15°C im Mittel normal (vgl. T_H-Gerade in Abb.13).

Bereinigt man das in Abb. 17 als T_R(kalt)-Kurve dargestellte Verhalten der Rektaltemperatur bei Vpn mit Kaltempfindung nach a.T.-Ende um die 6 Auswertungen der 5 Vpn mit abnormen Verhalten der T_H-Kurve (s. oben), so erhält man nachstehende Mittelwerte für die Rektaltemperatur:

-10	-8	-6	-4	-2	0	+2	+4	+6	+8
37,15	37,14	37,12	37,11	37,10	37,09	37,09	37,07	37,06	37,04

+10	+12	+14	+16	+18	+20	+22	+24	+26	+28
37,02	37,00	36,98	36,96	36,95	36,94	36,93	36,93	36,92	36,92

+30	+32	+34
36,91	36,93	36,97

Nunmehr zeigt der Vergleich der aus vorstehender Tabelle ermittelten durchschnittlichen rektalen Ausgangstemperatur von 37.12°C mit dem entsprechenden Wert aus Abb. 17, daß bei der bereinigten Gruppe mit Kaltempfindung ein stärkeres Absinken der Rektaltemperaur beobachtet wird. Man darf annehmen, daß bei diesen Vpn ein besonders tiefer Entspannungszustand erreicht worden ist.

Schließlich zeigt die Auswertung der nach Beendigung des a.T. auszufüllenden Fragebögen, daß bei der bereinigten Vpn-Gruppe mit Kaltempfindungen nach a.T.-Ende bei 14 Registrierungen in 12 Fällen die Wärmereaktion und in 10 Fällen eine Stimmungsänderung subjektiv erlebt wurde. In 6 Fällen wurde Müdigkeit geäußert. (Allerdings war in 7 Fällen ein Alkohol- und in 8 Fällen ein Tabakgenuß vorangegangen). Bei der unbereinigten Vpn-Gruppe wurde sogar bei 19 Fragebögen 17 x die Wärmereaktion und 14 x die Stimmungsänderung erlebt. Daraus darf abgeleitet werden, daß bei einem erfolgreichen Verlauf des a.T. offenbar eine Kaltempfindung nach Beendigung der a.T.-Obung zum normalen Ablauf gehört.

3.7.2 Warmempfindungen nach Beendigung des a.T.

In 11 Fragebögen (11 Registrierungen)hatten 8 Vpn (davon 3 Vpn in 2. Untersuchungen, 6 männl., 2 weibl.) nach Beendigung der a.T.-Übung eine Warmempfindung angegeben. Wie sich bei dieser Vpn-Gruppe die Haut- und Rektaltemperatur sowie die Kapillarsummen verhalten, zeigt Abb. 18. Die geäußerten Warmempfindungen verteilen sich

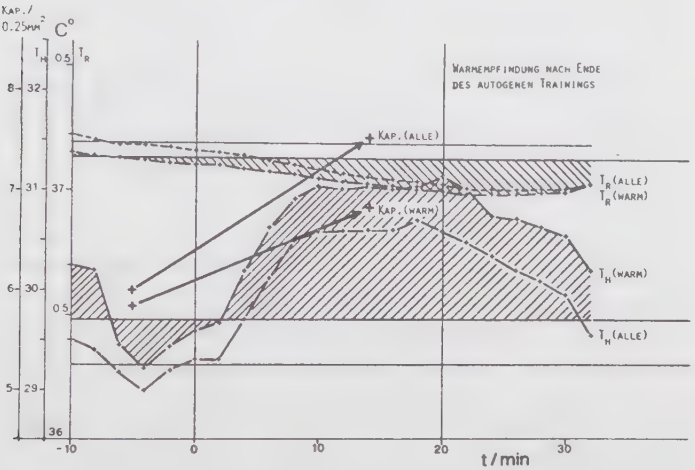


Abb. 18: Das Verhalten der Haut ($T_H$warm)- und Rektaltemperatur ($T_R$warm) vor, während und nach a.T. bei Vpn mit Warmempfindungen nach Übungsende im Vergleich zu den Werten des Gesamtkollektivs ($T_H$alle bzw. $T_R$alle). Das Verhalten der Kapillarsumme wird mit den Pfeilen Kap.(warm) bzw. Kap.(alle) angezeigt.

gleichmäßig auf beide Untersuchungsreihen, wobei festzustellen ist, daß die durchschnittliche mittlere Hauttemperatur vor a.T.-Beginn mit 29,71°C ($T_H$warm-Gerade) in Abb. 18 deutlich höher und zwar um 0,48°C als beim Gesamtkollektiv lag (vgl. Abb. 13: 29,23°C) bei ausgeprägten Schwankungen um diesen Durchschnittswert (vgl. entspr. Kurvenabschnitt in Abb. 13). Auch das Maximum bei der Warmreaktion im a.T. ist mit 31,14°C um 0,4°C höher als beim Gesamtkollektiv (30,74°C), ebenso in der 30. min des Versuchs (also 10 min nach a.T.-Ende)

weisen diese Vpn mit 30,55°C eine um 0,86°C höhere Hauttemperatur auf als das Gesamtkollektiv (29,69°C). Demgegenüber erscheint das Ausmaß der Warmreaktion im a.T. von dem des Gesamtkollektiv nicht verschieden zu sein, wie der Vergleich der in Abb. 18 schraffierten Fläche (begrenzt von der T_H(warm)-Kurve und der Ausgangstemperatur-Horizontalen) zu der Fläche, die von der T_H(alle)-Kurve und der zugehörigen Ausgangstemperatur-Horizontalen begrenzt wird, zeigt. Es scheint daher die Warmreaktion der Vpn mit Warmempfindung nach a.T.-Ende im Vergleich zu der des Gesamtkollektivs nach oben verschoben zu sein, so daß nach Versuchsende (32.min) die Haut mit 30,21°C um 0,89°C deutlicher höher war als beim Gesamtkollektiv zu diesem Zeitpunkt (29,32°C).

Die Rektaltemperatur war mit 37,13°C als Mittelwert vor a.T.-Beginn im Vergleich zu 37,19°C beim Gesamtkollektiv nur minimal niedriger. Entsprechend verläuft die horizontale Gerade T_R(warm) etwas tiefer. Das gilt auch für die T_R(warm)-Kurve, die bis zum a.T.-Ende zur T_R(alle)-Kurve nach unten verschoben ist. Gegen Mitte des a.T. (14. min) wird diese Verschiebung grösser, was sich auch in den folgenden 10 min nach Beendigung der Obung fortsetzt. Es muß deshalb in diesen Abschnitten der a.T.-Reaktion die Senkung der Rektaltemperatur bei den Vpn mit Warmempfindung nach a.T.-Ende grösser als beim Gesamtkollektiv sein (vgl. Abb. 18 mit Abb. 13).

Während die Kapillarsumme beim Gesamtkollektiv von 6 auf 7,56 Kap./0,25 mm^2 anstieg (s. Abb. 18 Pfeil: Kap.(alle)), nahm bei den Vpn mit Warmempfindung nach a.T.-Ende die Kapillarsumme von 6.1 auf 7.2 Kap./0.25 mm^2 zu, also um ca. 1 Kap./0.25 mm^2 (Gesamtkollektiv: 1.56 Kap./0.25 mm^2). Das bedeutet, daß bei den Vpn mit Warmempfindung nach a.T.-Ende die Kapillarisierung des Nagelwalls nicht wesentlich geringer ist als normal, daß aber die Kapillarsumme während des a.T. bei diesen Vpn etwas weniger wächst. Darum kann die höhere Hauttemperatur vor, während und nach dem a.T. bei dieser Vpn-Gruppe nur über Kapillarerweiterungen (Verschiebungen des Schwärzungsgrades) zustandegekommen sein, sofern a.T.-bedingte metabolische

Vorgänge (Stoffwechselsteigerungen) ausscheiden.

Schließlich ergab die Auswertung der von dieser Vpn-Gruppe ausgefüllten 11 Fragebögen, daß 9 x die Wärmereaktion und 5 x die Stimmungsänderung subjektiv erlebt wurde. In 11 Fällen fühlten sich die Vpn nach dem Versuch entspannt. (Allderings war in allen Fällen den a.T.-Versuchen ein Alkoholkonsum vorangegangen, während vor Versuchsbeginn nur in 3 Fällen ein Tabakgenuß angegeben wurde.) Hieraus darf gefolgert werden, daß bei Vpn mit Warmempfindung nach a.T.-Ende bei höher verlagerter a.T.-Reaktion und höherer Ausgangstemperatur der Haut die Wärmereaktion voll erlebt wird und auch eine Entspannung eintritt, die Stimmungsänderung jedoch seltener subjektiv erlebt wird als bei den Vpn mit Kaltempfindungen nach a.T.-Ende. Hier war das in 10 von 12 Fällen gegeben.

3.7.3 Vergleich der a.T.-Reaktionen bei Kalt- und Warmempfindungen nach a.T.-Ende

In Abb. 19 sind zur Verdeutlichung der Befunde beim a.T. die Ausgangs-, Maximal- und Endwerte (30 min) der Haut- und Rektaltemperaturen vom Gesamtkollektiv (N) und den Vpn mit Kalt- bzw. Warmempfindungen nach a.T.-Ende dargestellt, wobei zugleich die Zeitlage des Maximums eingezeichnet wurde. Man erkennt den tieferen Verlauf der T_H-Reaktion bei Vpn mit Kaltempfindung nach a.T. (kalt, unbereinigt) und den höheren Verlauf der T_H-Reaktion bei Vpn mit Warmempfindung nach a.T. (warm) im Vergleich zum Gesamtkollektiv (N). Während bei N das Maximum der T_H in der 18. min des a.T. erreicht wurde, wird es bei Vpn. mit Kaltempfindung nach a.T. (kalt) früher (14. min), bei Vpn mit Warmempfindung nach a.T. (warm) erst zum a.T.-Ende (20.min) erreicht. Ferner sind nach Versuchsende (30 min) im Vergleich zur Ausgangstemperatur vor a.T.-Beginn die gezeigten T_H-Unterschiede zu N noch deutlicher geworden, vor allem bei der Vpn-Gruppe mit Warmempfindung nach a.T.-Ende.

Die 3 Kurven über die Rektaltemperatur bestätigen ledig-

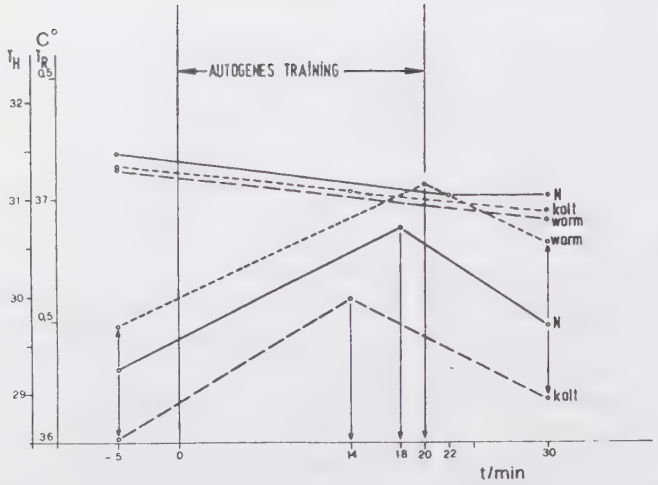


Abb. 19: Graphische Darstellung der Höhe und Zeitlage der Ausgangs-, Maximal- und Endwerte der Haut (T_H) und Rektaltemperatur (T_R) beim Gesamtkollektiv (N) sowie bei den Vpn mit Kalt- bzw. Warmempfindungen am a.T.-Ende.

lich, daß im Vergleich zum Gesamtkollektiv (N) sowohl die T_R(warm)- als auch die T_R(kalt)-Kurven eng beisammen und insgesamt tiefer liegen als bei N.

Schon aus den Abschnitten 3.6.1 und 3.6.2, aber auch bei der Erörterung der a.T.-Reaktion im Abschnitt 3.3 der Ergebnisse war zu entnehmen, daß wegen variabler Ausgangswerte aus absoluten Zahlen der Kapillarsummen insgesamt und in den 3 Klassen unterschiedlicher Schwärzungsgrade als Ausdruck für eine Kapillarerweiterung nicht immer vergleichbare Aussagen gemacht werden können. Zur Ausschaltung dieser Schwierigkeit wurde darum ein

Kapillarquotient

aufgestellt. Was unter ihm zu verstehen ist, ist in Abb. 20 oben angegeben: Danach wird die vor a.T.-Beginn gefundene Zahl an Kapillaren pro 0,25 mm^2 Hautareal (vorher) gleich 1 und in den Nenner des Bruchs gesetzt. Die während des a.T. auftretende maximale Kapillarenzahl /0,25 mm^2 (Maxi-

mum) steht im Zähler des Bruchs. Die so gefundenen, dimensionslosen Zahlen drücken dann die Relation der Kapillarzu- oder -abnahme im a.T.-Maximum aus. Wird der Quotient kleiner als 1, so bedeutet das Kapillarverminderung, ist er größer als 1, so hat die Kapillarenzahl zugenommen und bleibt er 1, so hat sich die Zahl der Kapillaren nicht verändert. Wird eine gewisse Anzahl Kapillaren im Maximum des a.T. durch 0 Kapillaren vor a.T.-Beginn dividiert, so ergibt sich die "Leere Menge" (z.B. $\frac{3}{0} = \emptyset$). Es muß hier auf die Differenz der Mittelwerte eingegangen werden. In jedem Fall aber ist die "Leere Menge" mit einem Neuaufschiessen von Kapillaren gleichzusetzen.

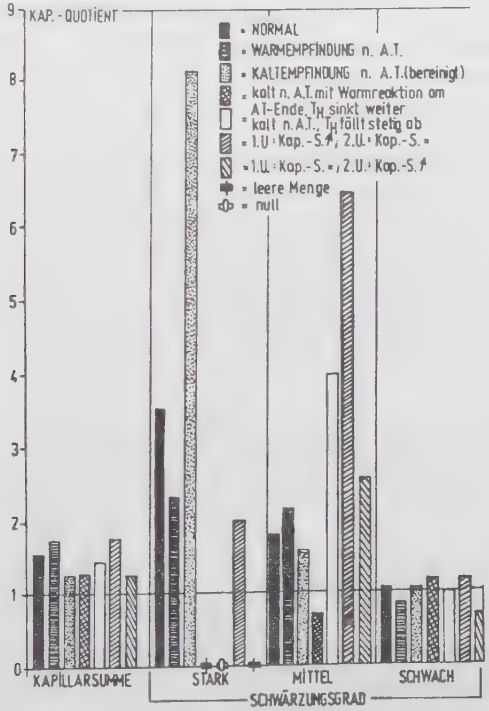


Abb. 20: Das Verhalten des Kapillarquotienten zum Zeitpunkt des Maximums der a.T.-Reaktion (Ordinate), aufgestellt für die gesamte Kapillarsumme sowie für die Zahl der Kapillaren mit unterschiedlichem Schwärzungsgrad. Die oben rechts eingezeichneten Symbole bezeichnen die angegebenen Parameter. Die gestrichelte horizontale Gerade symbolisiert einen Kapillarquotienten = 1, also keine Änderung der Kapillarenzahl.

Bei dieser Darstellungsart wird sichtbar, daß beim Gesamtkollektiv (schwarze Säulen) die Kapillarsumme im a.T. zunimmt und daß vornehmlich die Kapillaren mit starkem und mittleren Schwärzungsgrad während der a.T.-Reaktion zunehmen, während die Zahl der Kapillaren mit schwachem Schwärzungsgrad dabei praktisch unverändert bleibt.

Bei den Vpn mit Warmempfindung nach a.T.-Ende (horizontal schraffierte Säulen) wächst im a.T. die Kapillarsumme ebenfalls, dabei vergrößert sich die Zahl der Kapillaren mit starkem und diejenige mit mittleren Schwärzungsgrad erheblich.

Dieser Effekt muß teilweise auf Kosten der Zahl der Kapillaren mit schwachem Schwärzungsgrad entstanden sein, weil deren Zahl abgenommen hat (Quotient kleiner als 1, also unterhalb der gestrichelten Geraden).

Bei den Vpn mit Kaltempfindung nach a.T.-Ende (punktierte Säulen) nimmt die Kapillarsumme so wie bei den Vpn mit Warmempfindung nach a.T.-Ende zu. Hier fällt vor allem die enorme Zunahme der Zahl der Kapillaren mit starkem Schwärzungsgrad auf (8-facher Wert). Auch die Zahl der Kapillaren mit mittlerem Schwärzungsgrad wächst an, während die schwach geschwärzten Kapillaren an Zahl nahezu unverändert bleiben.

Es gab bei Vpn mit Kaltempfindung nach a.T.-Ende solche, bei denen die a.T.-bedingte Warmreaktion mit ihrem Maximum am Übungsende lag (20. min), von dem aus die Hauttemperatur T_H weiter absank (rautierte Säulen). In diesen Fällen stieg die Kapillarsumme auch an, die mittel geschwärzten Kapillaren verringerten ihre Zahl und nur die schwach geschwärzten Kapillaren vermehrten sich etwas. Die stark geschwärzten Kapillaren ergaben als Quotient die Leere Menge. Bei Betrachtung der Differenz der Mittelwerte ($\bar{x}$ Maximum - $\bar{x}$ Ausgangswert)

Summe	stark	mittel	schwach
+ 1.33	1	- 0.33	+ 0.67

zeigt sich, daß der Anstieg der Kapillarsumme vor allem auf dem Neuerscheinen von stark geschwärzten Kapillaren beruht.

Bei den Vpn mit Kaltempfindung nach a.T.-Ende, bei denen die Hauttemperatur T_H stetig absank (weiße Säulen) wurde ebenfalls eine Zunahme der Kapillarsumme festgestellt. Jedoch verschwanden die Kapillaren mit starkem Schwärzungsgradzungsgrad völlig. Demgegenüber nahm die Zahl der Kapillaren mit mittlerem Schwärzungsgrad beträchtlich zu. Die Zahl der Kapillaren mit schwachem Schwärzungsgrad blieb unverändert.

Beim Vergleich der 1. Untersuchung (Kapillarsumme steigt) zur zweiten (Kapillarsumme unverändert), fand sich ein Ansteigen der Kapillarsumme über die Norm, wobei die Kapillaren mit starkem Schwärzungsgrad auf das Doppelte, diejenigen mit mittlerem Schwärzungsgrad auf das 6.5fache anstiegen. Die Zahl der Kapillaren mit schwachem Schwärzungsgrad nahm nur geringfügig zu.

Schließlich fand sich bei der letzten Gruppe (2. Untersuchung: Kapillarsumme steigt, 1. Untersuchung: Kapillarsumme unverändert): Die Kapillaren mit mittlerem Schwärzungsgrad nehmen stark zu, diejenigen mit schwachem Schwärzungsgrad bei leicht gestiegener Kapillarsumme deutlich ab. Die Kapillaren mit starkem Schwärzungsgrad ergeben die "Leere Menge". Nun zeigt die Betrachtung der Differenz der Mittelwerte,

Summe	stark	mittel	schwach
1.5	+ 1	+ 2	- 1.5

daß die Vergrößerung der Kapillarenzahl auf der starken Zunahme der Kapillaren mit mittlerem Schwärzungsgrad, sowie durch ein Neuauftreten von Kapillaren mit starkem Schwärzungsgrad beruht.

Die Ergebnisse mit dem Kapillarquotienten lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Beim Gesamtkollektiv tritt während des a.T. sowohl eine Vermehrung der durchbluteten Kapillaren ein als auch eine starke Kapillarerweiterung.
2. Bei einer Warmempfindung nach a.T.-Ende nimmt die Zahl durchbluteter Kapillaren im a.T. ebenfalls zu bei ausgeprägter und deutlicher Kapillarerweiterung.

3. Bei einer Kaltempfindung nach a.T.-Ende wächst während des a.T. die Zahl durchbluteter Kapillaren genau so wie bei Warmempfindung nach a.T.-Ende, jedoch tritt eine enorme Kapillarerweiterung ein.

4. Bei Kaltempfindungen nach a.T.-Ende, einer Warmreaktion am Obungsende und weiterem Absinken der Hauttemperatur tritt ebenso wie bei der allgemeinen Gruppe mit Kaltempfindungen nach a.T.-Ende während des a.T. eine Vermehrung der durchbluteten Kapillaren ein, die zum größten Teil neu auftreten.

5. Wenn eine Kaltempfindung nach a.T.-Ende eintritt und die Hauttemperatur während der Obung stetig absinkt, beherrscht während der a.T.-Reaktion die Kapillarerweiterung das Bild.

6. Der Vergleich der 1. zur 2. Untersuchung zeigt, daß die Zahl durchbluteter Kapillaren in jeweils einer Untersuchung gleich bleibt, sich jedoch in der anderen Untersuchung vermehrt. Dies beruht auf einer beträchtlichen Kapillarerweiterung.

3.8 Das Verhalten der Haut- und Rektaltemperatur sowie der Kapillaren unter dem Einfluß von Alkohol und Nikotin

Weil Alkohol und Nikotin eine Wirkung auf die terminale Strombahn, also im Gebiet der Arteriolen und Kapillaren ausüben, es andererseits nach den Fragebogen möglich war, Gruppen mit Alkohol- bzw. Nikotinkonsum vor der a.T.-Obung ebenso zu bilden wie solche, bei denen diese Genußmittel vor den Untersuchungen nicht zugeführt worden waren, lag es nahe, die Parameter Alkohol und Nikotin gesondert zu analysieren. Wenn auch der Umfang dieser Gruppen für eine statistische Absicherung nicht groß genug gewesen ist, so kann diese Auswertung immerhin doch Hinweise für die Beteiligung der Kapillaren an der Warmreaktion während des a.T. liefern.

3.8.1 Der Einfluß von Alkohol auf die a.T.-Reaktion

Aus den Fragebögen konnten 5 Vpn mit 5 Registrierungen erfaßt werden, die binnen 36 Std. vor Beginn der jewei-

ligen a.T.-Übung Alkohol in Mengen von≥3 Flaschen Bier bzw. Schoppen Wein konsumiert hatten. Bei der Auswertung der Temperaturkurven wurde 1 Vpn nicht miterfaßt, da sie bereits an anderer Stelle (s.S. 38 - 40) als Ausnahme aufgrund vegetativer Kreislaufstörungen besprochen wurde (d.h. N = 4). Wie sich bei dieser Vpn-Gruppe die Haut- und Rektaltemperatur sowie die Kapillarsummen vor, während und nach der a.T.-Übung verhalten, zeigt Abb. 21. Dabei fiel zunächst auf, daß schon vor a.T.-Beginn die durchschnittliche Hauttemperatur mit 30.62°C um 1.4°C höher war als beim Gesamtkollektiv (: 29.23°C) und erst recht bei den Vpn ohne Alkohol und Nikotin (27.79°C) (: 27.79°C ermittelt bei 4 Vpn mit 4 Registrierungen, abzüglich 1 Vpn, die als Sonderfall bei ausgebliebener Warmreaktion auf S. 43 beschrieben wurde, d.h. N = 4). Wie der Vergleich der schraffierten Fläche in Abb. 21 (T_H kein Alkohol) mit der schraffierten Fläche (T_H Alkohol) zeigt,

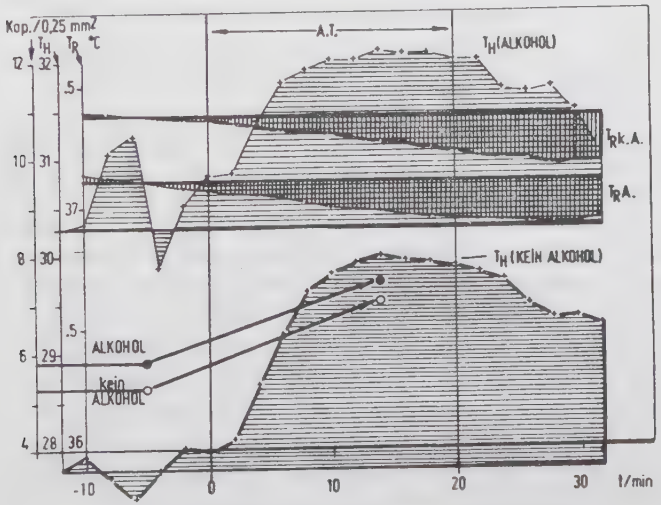


Abb. 21: Das Verhalten der Haut (T_H Alkohol)- und Rektaltemperatur (T_R Alkohol) vor, während und nach a.T. bei Vpn nach Alkoholgenuß im Vergleich zu Vpn ohne Alkohol- und Nikotineinfluß (4 Vpn = 4 Registrierungen); T_H u. T_R, kein Alkohol. Die Änderungen der Kapillarsummen sind mit Pfeilen symbolisiert (Kap. Alkohol; Kap. kein Alkohol)

tritt während des a.T. zwar die Warmreaktion etwas früher ein, erreicht bei den Vpn mit Alkohol jedoch nicht die Amplitude(max. 32.11°C) wie bei den Vpn ohne Alkohol und Nikotin (max. 30.00°C). Das geht aus den Differenzen zwischen der Ausgangstemperatur der Haut vor a.T.-Beginn und dem T_H-Maximum während des a.T. hervor. Während bei der Gruppe "kein Alkohol" diese Differenz 2.21°C erreichte, betrug sie bei den Vpn "Alkohol" nur 1.49°C. Beim Gesamtkollektiv erreichte diese Differenz 1,79 ± 1,29 °C (s. oben, Abschn. 3.3).

Auch das Verhalten der Rektaltemperatur weicht bei den Vpn unter Alkoholeinfluß (T_R Alkohol) von dem der Vpn ohne Alkohol und Nikotin (T_R kein Alkohol) etwas ab: Betrug bei den letzteren die T_R-Ausgangstemperatur im Körperkern 37.22 ± 0.1°C, erreichte sie bei den Vpn unter Alkohol 37.08 ± 0.26°C, war also um 0.14°C niedriger, selbst noch beim Gesamtkollektiv um 0.11°C (: 37.19°C; s. Abschn. 3.3). Wie die entsprechenden T_R-Flächen in Abb. 21 ausweisen, scheint dagegen die a.T.-bedingte Reaktion der Rektaltemperatur (T_R-Alkohol) im Vergleich zu (T_R-kein Alkohol) verstärkt, erkennbar an der größeren Differenz des Temperaturminimums im a.T. zur Ausgangstemperatur (0.23°C) im Vergleich zu den Vpn ohne Alkohol (0.21°C) und erst recht zum Gesamtkollektiv (0.18°C).

Die in Abb. 21 eingezeichneten Pfeile dokumentieren das Verhalten der Kapillarsummen unter a.T.. Bei den ohne Alkohol (und Nikotin) stehenden Vpn stieg die Kapillarsumme von 5.25 Kap./0.25 mm^2 unter a.T. auf 7.0 Kap./0.25 mm^2 an (vgl. Kap. kein Alkohol in Abb. 21). Bei den unter Alkoholeinfluß stehenden Vpn betrug die Kapillarsumme vor a.T.-Beginn 5.8 Kap./0.25 mm^2, stieg während des a.T. etwas stärker und zwar auf 7.4 Kap./0.25 mm^2 an. Bildet man wiederum die Differenzen aus den beiden Kapillarsummen-Paaren, so zeigt sich, daß die Differenz bei Alkohol 1.6 Kap./0.25 mm^2, bei den Vpn ohne Alkohol jedoch 1.75 Kap./0.25 mm^2 beträgt. Das läßt den Schluß zu, daß Alkohol die Kapillarenzahl fast ebenso stark erhöht als fehlender Alkoholkonsum und dem Anstieg bei normaler a.T.-Reaktion gleicht (s.S. 33). Die erhöhte

Ausgangstemperatur, der Verlauf der T_H - Kurve auf erhöhtem Niveau, mit einem größeren Temperaturmaximum während des a.T. muß folglich durch eine Durchblutungssteigerung mit Kapillarerweiterung verursacht sein.

Um Auskunft über mögliche alkoholbedingte Veränderungen bei der a.T.-bedingten Kapillarerweiterung zu erhalten, wurden bei den hier miteinander verglichenen Vpn-Gruppen die Differenzen der mittleren Kapillarenzahlen (vom Maximum des a.T. zum Ausgangswert) in den 3 Klassen unterschiedlicher Schwärzungsgrade sowie bei den Kapillarsummen zusammengestellt (Kap./0.25 mm^2):

	Differenz ($\bar{x}$ Max.- $\bar{x}$ Anfang)	
Schwärzungsgrad	Alkohol	kein Alkohol
stark	+ 0.8	+ 0.5
mittel	+ 1.8	+ 1.0
schwach	- 1	+ 0.25
Summe	1.6	1.75

Unter vorsichtiger Bewertung dieser Aussagen wegen absolut zu kleiner Kollektive (4 Vpn mit 4 Registrierungen) kann lediglich vermutet werden, daß unter Alkoholeinfluß während des a.T. eine wesentliche Erweiterung der durch den Alkohol ohnehin schon erweiterten Kapillaren mit mittlerem Schwärzungsgrad (um das 2.5fache) eintritt. Dies muß auf Kosten der Kapillaren mit schwachem Schwärzungsgrad erfolgen, die stark abnehmen. Auch die stark geschwärzten Kapillaren nehmen zu. Betrachtet man nun ihre absolute Zahl, so nehmen sie bei den Vpn mit Alkohol von 0 auf 4, bei den Vpn ohne Alkohol von 0 auf 2 Kap./0.25 mm^2 zu. Daraus darf man vorsichtig schließen, daß die erhöhte Hauttemperatur wohl auf einem Aufschiessen von Kapillaren, sowie auf einer Kapillarerweiterung beruht.

3.8.2 Der Einfluß von Nikotin auf die a.T.-Reaktion

Weil bei der Analyse der Gesamtbefunde bereits aufgefallen war, daß der gefäßwirksame Alkohol die a.T.-Reaktion bei

den betroffenen Vpn verändert hatte, was zu einer isolierten Auswertung der Vpn-Gruppe "Alkohol" geführt hat (:Abschn. 3.7.1), wurden zur Erhärtung der These einer kapillarbedingten Genese der Warmreaktion im a.T. aus dem Gesamtkollektiv eine "Rauchergruppe" sowie eine "Nichtrauchergruppe" getrennt ausgewertet. Dabei wurde bei der Gruppe der "Raucher" an Hand der Fragebögen darauf geachtet, daß nur solche Vpn in die Gruppe genommen wurden, die am Versuchstag geraucht hatten. Dieser Gruppe wurden echte Nichtraucher gegenübergestellt. Das Ergebnis dieser Auswertung zeigt Abb. 22. Vergleicht man die Ausgangswerte der Hauttemperaturen (T_H) der Raucher und Nichtraucher miteinander, so ergeben sich mit 29.34°C bzw. 29.27°C keine Unterschiede im Vergleich zur Normalreaktion (29.23°C). Auffallend iat aber vor allem die erheblich schwächer ausgeprägte Warmreaktion während des a.T. mit maximalen T_H-Werten von 30.12 ± 2.5°C (14. min) bei den Rauchern im Vergleich zu 30.97 ± 1,78°C (12.min) bei den Nichtrauchern. Der Vergleich der Differenzen zwischen Ausgangs- und Maximaltemperatur während a.T. bei Rauchern und Nichtrauchern ergibt 0.8°C bzw. 1.7°C und damit eine um 53% schwächer ausgeprägte a.T.-Reaktion der Hauttemperatur bei Rauchern im Vergleich zu den Nichtrauchern. Dabei scheinen die Raucher etwas träger zu reagieren als Nichtraucher (vgl. Steilheit der T_H-Anstiege bei den T_H-Kurven Raucher bzw. Nichtraucher in Abb. 22). Bemerkenswert ist ferner, daß bei den Rauchern in der 30. min der Untersuchung, also 10 min nach a.T.-Ende, der Ausgangswert der Hauttemperatur bereits wieder erreicht ist, während die Nichtraucher zu diesem Zeitpunkt noch eine deutlich erhöhte Hauttemperatur aufweisen.

Bei der Rektaltemperatur (T_R) fallen die Unterschiede zwischen Rauchern und Nichtrauchern schwächer aus, mit 37.18°C bzw. 37.14°C Ausgangstemperatur (: horizontale T_R-Geraden in Abb. 22) vor a.T.-Beginn belegbar. Allerdings gewinnt man den Eindruck, daß bei den Rauchern die Absenkung der Rektaltemperatur während des a.T. ausgeprägter ist als bei den Nichtrauchern. Das belegt der Vergleich der Differenzen zwischen den Ausgangs- und Maximalwerten der

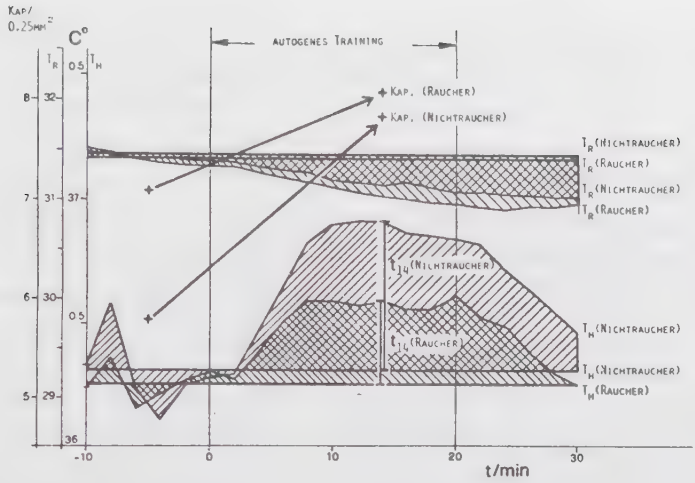


Abb. 22: Das Verhalten der Haut (T_H Raucher)- und Rektaltemperatur (T_R Raucher) vor, während und nach a.T. bei Vpn unter Nikotineinfluß (6 Vpn = 15 Registrierungen) im Vergleich zu dem bei Nichtrauchern (12 Vpn = 25 Registrierungen; T_H bzw. T_R Nichtraucher). Die Änderungen der Kapillarsummen sind durch Pfeile dargestellt (Kap. Raucher; Kap. Nichtraucher)

Rektaltemperaturen beim a.T., die mit 0.2°C bei Rauchern (37.18°C (vorher) - 36.98°C (22. min)) größer war als mit 0.16°C bei den Nichtrauchern (37.19°C (vorher) - 36.03°C (22. min)).

Die Auswertung der Kapillarsummen führte zur Aufdeckung weiterer Unterschiede: Während bei den Nichtrauchern die Kapillarsumme von 5.35 Kap./0.25 mm^2 auf 7.26 Kap./0.25 mm^2, also um 36% während des a.T. zunahmen, war bei den Rauchern eine Zunahme der Kapillarsumme von 7.08 Kap./ 0.25 mm^2 auf 7.92 Kap./0.25 mm^2 zu verzeichnen, also eine Zunahme nur um 12%. Bei den Nichtrauchern ist während a.T. die Vermehrung durchbluteter Kapillaren trotz beträchtlich geringerer Zahl durchbluteter Kapillaren vor a.T.-Beginn etwas 3-fach stärker als bei den Rauchern.

Um festzustellen, ob zwischen Rauchern und Nichtrauchern

bei der Reagibilität der Kapillaren während a.T. im Sinne einer Kapillarerweiterung ein Unterschied besteht, wurden für die Kapillaren mit unterschiedlichem Schwärzungsgrad (stark-mittel-schwach) die Differenz der Mittelwerte ($\bar{x}$ im Maximum - $\bar{x}$ vor a.T.) bestimmt. Das führte zu den in nachstehender Tabelle wiedergegebenen Werten:

	Differenz der Mittelwerte ($\bar{x}$ Max.- $\bar{x}$ Anfang)	
Schwärzungsgrad	Nichtraucher	Raucher
schwach	0.72	0.17
mittel	0.96	0.42
stark	0.73	3.5
Kapillarsumme	1.91	0.84

Aus diesen Zahlen ist ableitbar, daß bei Rauchern während der Warmreaktion im a.T. die Zahl durchbluteter Kapillaren geringer ist (0.84, statt 1.91 Kap./0.25 mm^2), ebenso die Zahl der mittelmäßig und schwach erweiterten Kapillaren (Differenz von 0.42, statt von 0.96 Kap./0.25 mm^2, bzw. 0.17 statt 0.72 Kap./0.25 mm^2). Dagegen nimmt die Zahl stark erweiterter Kapillaren bei Rauchern deutlich zu (Differenz von 3.5 statt 0.73 Kap./0.25 mm^2). Die letzteren Befunde reichen jedoch nicht aus, die bei Rauchern schwächer ausgeprägt vorhandene Zunahme der Zahl durchbluteter Kapillaren im Vergleich zu den Nichtrauchern zu kompensieren, so daß insgesamt die a.T.-bedingte Warmreaktion bei den Rauchern deutlich schwächer ausfällt (: um 53%, s. oben). Bei den Rauchern nimmt die Zahl durchbluteter Kapillaren (12%) deutlich weniger zu als bei Nichtrauchern (36%). Das ist auch bei den Kapillaren mit mittlerem und schwachem Schwärzungsgrad der Fall (Raucher 18%; Nichtraucher 2.8% (50% bzw. 17%)). Infolgedessen kann bei Rauchern die a.T.-bedingte Warmreaktion in erster Linie durch eine Zunahme bzw. durch Aufschiessen von stark geschwärzten Kapillaren im Vergleich zu Nichtrauchern entstanden sein.

4.0 Diskussion

4.1 Hauttemperaturänderung, Warmempfindung und Kapillarmikroskopie

Die vorliegende Untersuchung hat ergeben, daß bei der Wärmeübung im a.T. binnen 13 + 6 min nach Obungsbeginn die Hauttemperatur von 29,23 ± 2,02°C auf 30,74 ± 2,29°C ansteigt. Wesentlich träger sank dabei die Rektaltemperatur binnen 23 ± 6 min von 37,19 ± 0,27°C auf 37,01 ± 0,27°C ab. Mit dieser Warmreaktion stieg die Kapillarsumme von 6 ± 1,88 Kapillaren/0,25 mm^2 auf 7,56 ± 2,05 Kapillaren/0,25 mm^2 an, unter gleichzeitig eintretender Kapillarerweiterung. Die Zunahme der Kapillarenzahl erreichte 26,1%, das Ausmaß der Kapillarerweiterung 13%.

Rechnet man aus dem Verhalten der Hauttemperatur die Temperaturänderungsgeschwindigkeit aus, so erhält man bis zum Maximum in der 13. min einen Temperaturanstieg von 0,002°C/s. Nach HENSEL (1966) liegt bei einer derartigen Temperaturanstiegsgeschwindigkeit an der Hand die Warmempfindungsschwelle bei 31,7 ± 3,4°C. Infolgedessen muß bei dem in dieser Untersuchung gefundenen Temperaturanstieg am Finger von 30,74 ± 2,29°C während des a.T. mit Sicherheit die Warmempfindungsschwelle überschritten worden sein, m.a.W. die Vpn müssen die Wärmereaktion empfunden haben. Das steht im Einklang mit der Beobachtung von LINDEN (1977), nach der sich bei der Wärmeübung im a.T. die Wärmeleitzahl bei 6 a.T.-Obungen im Durchschnitt von 0,904 auf 0,942 · 10^{-3}cal/cm · s · °C erhöht. Weil die Körperkerntemperatur (Rektaltemperatur) weniger absinkt als im Vergleich dazu die Körperschalentemperatur (Hauttemperatur) während des a.T. ansteigt, muß das Temperaturgefälle während des a.T. geringer geworden sein. Tatsächlich beträgt es vor dem a-T. 7,96°C und z.Zt. des Maximums des Hauttemperaturanstiegs im a.T. 6,27°C. Diese Ergebnisse lassen sich in die bisher bekannten Resultate einreihen.

Bei POLZIEN (1959) findet sich bei 21 bzw. 31 Versuchen ein durchschnittlicher Temperaturanstieg an den Akren nach 13 min von 1,3°C. Die mittlere Kerntemperatursen-

kung beträgt dabei ca. 0,2°C, der maximale Kerntemperaturabfall 0,8°C.

GRABOWSKA (1970) beschreibt einen spontanen mittleren Hauttemperaturanstieg von 1,4°C (bei Wärmesuggestion von 2,7°C) bei 38 Vpn in Hypnose. Die Zahl der beobachteten Kapillaren (die Darstellung erfolgte nach der modifizierten Methode von BALANDINA) stieg von 4,1 ± 0,5 Kap/mm^2 auf 4,8 ± 0,3 Kap/mm^2 im 1. Hypnosestadium, auf 5,3 ± 0,3 Kap/mm^2 im 2. Hypnosestadium und unter Wärmesuggestion sogar auf 5,8 ± 0,4 Kap/mm^2 an. Allerdings wurde bei dieser Untersuchung nur die erste Reihe der Kapillarschlingen am Nagelwall gezählt im Gegensatz zur vorliegenden Untersuchung, in der zwar nur ein Viertel der Fläche (0,25 mm²) beobachtet, jedoch alle sichtbaren Kapillaren gezählt wurden. Die Zunahme der Kapillarenzahl wurde dabei immer mit einer Kapillarerweiterung beobachtet, wobei in Frage gestellt ist, ob es sich um eine echte Kapillarerweiterung oder nur um eine vermehrte Blutfülle handelt, da die Kapillarwände mit den heutigen Methoden noch nicht darstellbar sind. Weiterhin zeigten Form und Länge der Kapillaren bei GRABOWSKA (1970) keine Änderung, was mit dieser Untersuchung bestätigt werden kann. Allerdings traten im Maximum des a.T. bei einigen Kapillaren multiple Querverbindungen (Anastomosen) zwischen arteriellem und venösem Schenkel einer einzelnen Kapillarschlinge neu auf, die jedoch von der Beobachterin photographisch nicht festgehalten werden konnten (vgl. S. 67 Kap. "Methodenkritik").

4.2 Indirekte Hinweise für eine vasomotorische Genese der Warmreaktion

Indirekte Hinweise für eine vasomotorisch bedingte Genese der Warmreaktion liefern Beobachtungen an Patienten mit Migräne. Wenn im autogenen Feedback-Training (also bei Selbstkontrolle der Hauttemperatur mit einem elektronischen Thermometer) eine Entspannung mit Erhöhung der Hauttemperatur an der Hand bis zu 10°F binnen 2 min erzielt wird, so bessert sich eine Migräne in Dauer, Intensität und Häufigkeit der Anfälle bei gesteigerter Medikamentansprechbarkeit (MITCH, Mc GRADY u. IANNONE, 1976).

Dieser von DANIELS (1976) (bei Hypnose per Tonband) gleichfalls erhobene Befund soll durch die mit der Handerwärmung einhergehende Kühleempfindung an der Stirn ausgelöst worden sein, wodurch sich die Vasokonstriktionsphase vor dem Migräneanfall verkürzen soll. Auch GRAHAM (1975 benutzte in der Migränetherapie die Hypnose mit der Technik des Händewärmens nach SARGENT, GREEN u. WALTERS (1975) mit Erfolg. Wenn unter Hypnose suggestiv ein Händewärmen und eine Kopfkühlung hervorgerufen wird, so kehrt sich nach ANSEL (1977) die abnorme Migränereaktion mit Vasodilatation und überschießender Blutversorgung des Kopfes bei herabgesetzter Extremitätendurchblutung um. RASKIN, JOHNSON u. RONDESTVEDT (1973) haben überdies mit dem Biofeedback-Training unter Einsatz des Elektromyogramms (EMG durch a.T. hervorgerufene Muskelentspannung (z.B. an den Stirnmuskeln) objektivieren und damit Angstzustände sowie Spannungskopfschmerzen (vasomotorisch bedingt?), nicht aber eine begleitende Schlaflosigkeit erfolgreich behandeln können.

Eigentümlich ist jedoch, daß sich unter Selbsthypnose wie beim a.T. bzw. bei neutraler Fremdhypnose die Mundtemperatur, die doch die Temperatur des Körperkerns anzeigt, unter hypnotischer Entspannung mit Wärmesuggestion an den Händen nicht wie die Rektaltemperatur absinkt, sondern um 0,13° F (= 0,23°C) signifikant ansteigt (JACKSON, BARKLEY u. PASHKO, 1976). Möglicherweise ist diese Diskrepanz darauf zurückzuführen, daß bei dieser Untersuchung unter neutraler Hypnose von den Vpn zusätzlich Handlungen wie Fingerschneppen und Hand heben ausgeführt werden sollten.

Daß generell hypnotische und selbst-hypnotische Maßnahmen tiefgreifend auf die terminale Strombahn einwirken können, zeigen die von JOHNSON u. BARBER (1976) durchgeführten Experimente: Bei 40 Schwesternschülerinnen wurde die Verbrennung einer Hand und bei Versuchswiederholung eine Verbrennung mit Blasenbildung suggeriert. Zwar konnte in keinem Fall mit einer Suggestion die Ausbildung von Brandblasen erreicht werden. Jedoch zeigten sich in 2 Fällen mit überempfindlicher Haut (mit Selbstschädigung) objektivierbare Zeichen lokalisierter Entzündungen und Schwellungen der Haut. Weil pathophysiologisch derartige "Hautschäden" immer die Folge von Permeabilitätssteige-

rungen an der terminalen Strombahn, entstanden durch Vasodilatation im Arteriolen- und Kapillargebiet sind, darf auch diese Beobachtung als Folge einer zentral-nervös hervorgerufenen Vasodilatation angesehen werden, wobei die Auffassung einer zentral-nervösen Genese durch die Beobachtung von FRENKEL (1971) gestützt wird, daß schon das Erzählen von erlebten Träumen ausreicht, um die Körpertemperatur ansteigen zu lassen.

Wenn aber die in der vorliegenden Studie gefundene, offenbar vasomotorisch bedingte Warmreaktion im a.T. eine zentralnervöse Ursache hat (Hypothalamus), so dürften neben den vasomotorischen Effekten auch kardiale und respiratorische Veränderungen aufdeckbar sein. Dafür gibt es einige Hinweise: ELSON, HAURI und CUNIS (1977) beobachteten an einer Vpn-Gruppe, daß unter Yoga-Meditation (die Kontrollgruppe sollte für die Dauer von ca. 40 min wach, aber entspannt bleiben) kein Einschlafen eintritt (wohl aber bei den Kontrollen mit K-Komplexen und Schlafspindeln im EEG), aber der Hautwiderstand deutlich ansteigt mit Hauttemperatursenkung?, (bei den Kontrollen stieg unter der Entspannung die Hauttemperatur insignifikant an) und die Atemfrequenz absinkt. Unter Verwendung des WEZLER-BÖGER'schen Prinzip (: sphygmographischen Messungen) hat LINDEN (1977) unter a.T. eine Tendenz zur Senkung des Herzschlagvolumens, der Herzfrequenz und der Herzarbeit festgestellt. Hierzu passen die von BLIZARD, COWINGS und MILLER (1975) erhobenen Befunde: Wenn im Verlauf eines täglichen a.T. für die Dauer von 16 Tagen entgegengesetzte Vorstellungen, nämlich Warmempfindungen in den Händen mit Schweregefühlen und Kühleempfindungen mit Gefühlen der Leichtigkeit, suggeriert werden, so steigen unter der Kühle-Vorstellung Herz- (+ 4/min) und Atemfrequenz (+ 0,92/min) an, während unter Wärme-Vorstellung insignifikant der entgegengesetzte Effekt eintritt (Herzfrequenz: - 0,5/min), allerdings bei ausgeprägten individuellen Schwankungen ohne EEG-Veränderungen. TEBECIS u. PROVINS (1976) weisen darauf hin, daß bei Kälte-Suggestion unter Hypnose mit Bewegungsartefakten im EEG und EMG Kältezittern eintritt, der Hautwiderstand absinkt, ebenso die Herzfrequenz, die

Stirntemperatur dagegen um 0,2°C ansteigt. Stellten sich die Vpn die Kälte nur vor, blieben die Effekte aus. Die Untersuchung zeigt, daß an Händen und der Stirn unter Kalt-Suggestion die entgegengesetzten Veränderungen eintreten wie bei der Wärmereaktion im a.T.. Zudem zeigen sich kardiale Veränderungen, ein Hinweis auf zentrale kardiovaskuläre Einflüsse.

4.3 Neurophysiologische Aspekte zur Warmreaktion im a.T.

Im Hinblick auf die Erörterung der schon in der Einleitung der Arbeit angeschnittenen Frage der neurophysiologischen Aspekte des a.T. ist die Beobachtung von MASLACH, MARSHALL und ZIMBARDO (1972) von Bedeutung: Die Autoren konnten nämlich in Hypnose durch verbale Suggestion binnen 2 min Temperaturunterschiede zwischen der Haut der linken und rechten Hand bis zu 4°C hervorrufen. Dabei waren die Temperatursenkungen an der kalten Hand ausgeprägter (bis zu 7°C) als die Temperatursteigerungen an der warmen Hand (bis zu 2°C). Diese Seitenunterschiede in der Hauttemperatur der Hände waren für die gesamte Dauer der Hypnose aufrecht zu halten. Solche topographischen Unterschiede bei suggestiv ausgelösten vegetativen Reaktionen wie bei der Hautdurchblutung der Hände zeigen, daß auch bei der im a.T. ausgelösten Warmreaktion eine zentrale Station angeschlossen sein muß, die eine regional begrenzte Reaktion hervorzubringen vermag.

Der Funktionszustand des Zentralnervensystem ist während des a.T., in der Hypnose sowie im Verlauf einer Yoga-Meditation eigentümlich. Während bei der Yoga-Meditation die α - und β-Aktivität im EEG relativ stabil bleibt (ELSON, HAURI u. CUNIS, 1977), hat BAROLIN (1978) im EEG zwar keine Unterschiede zwischen Hetero- und Selbsthypnose erfassen können, jedoch entsprach der erreichte hypnotische Zustand weder einem Wach- noch einem Schlafzustand bei einer Synchronisationstendenz im EEG unter Erhalt des α-Rhythmus. Weil nach dem gegenwärtigen Wissensstand die EEG-RHYTHMEN durch Stromfluß in fluktuierenden Dipolen im Dendritenbereich korticaler Pyramidenzellen entstehen (vgl. GANONG, 1974), zeigt der im a.T. festzustel-

lende Erhalt dieser EEG-Rhythmen, daß der Cortex in seiner Erregbarkeit während des a.T. erhalten bleibt. Der bestehenbleibende α-Rhythmus und die erwähnte Synchronisationstendenz sind aber Indizien für eine Deafferenzierung des wach bleibenden Cortex. Dazu würde auch die Tatsache passen, daß optisch evozierte Potentiale während des a.T. erhalten bleiben trotz suggestiv bedingter Veränderung der optischen Wahrnehmung (BAROLIN, 1978).

Daß im a.T. eher eine Modulation in der Aktivität subcorticaler Hirnstrukturen angenommen werden muß, deutet das Verschwinden des im Pendelstuhl erzeugten Nystagmus sowie die unregelmäßigen Augenbewegungen während des a.T. an. Man darf annehmen, daß die im a.T. vorhandene herabgesetzte Vigilanz mehr auf eine Verminderung der afferenten Impulse zurückzuführen ist trotz organischer Intaktheit der afferenten Leitung. Das könnte die Erhaltung der evozierten Potentiale, das Bestehenbleiben des α-Rhythmus und auch die Tendenz zur Synchronisation des EEG verständlich machen. An der Modulation subcorticaler Hirnstrukturen muß aber der Hypothalamus beteiligt sein. BEARY und BENSON (1974) vertreten die Auffassung, daß bei Entspannungstechniken (z.B. Zen- und Yoga-Meditation bei konstanter Reizexposition in Form von wiederholten leise, aber hörbar gemachten Stimmäusserungen, Wort- oder Satzsprechen unter entspannter Körperhaltung, in ruhiger Umgebung bei Aufmerksamkeitsrichtung auf die Übung) eine integrierte Hypothalamusreaktion eintritt mit einer Senkung der Sympathicusaktivität (: Entspannungsreaktion). Die damit zwangsläufig einsetzende Verschiebung der vegetativen Ausgangslage von Ergotropie in Trophotropie haben BEARY und BENSON (1974) an der Senkung des Sauerstoffverbrauchs und der Kohlendioxidproduktion ohne Änderung des respiratorischen Quotienten erkannt. Zusammen mit der ebenfalls nachgewiesenen Senkung der Atemfrequenz, der Herzfrequenz, des Blutdrucks, des Laktatgehalts im Blut und einer Stoffwechselsenkung bei leicht gesteigerter Durchblutung der Unterarme und Hände stellen das tatsächliche Zeichen für eine trophotrope Hypothalamus-Reaktion (: parasympathische Reaktionslage) dar (vgl.

auch WALLACE, BENSON u. WILSON, 1971; WALLACE u. BENSON, 1972; WALLACE, 1970; LEVANDER, BENSON, WHEELER u. WALLACE, 1972).

4.4 Warmreaktion und vegetative Ausgangslage

Wenn aber unter dem a.T. sich das bestehende Gleichgewicht zwischen sympathicotoner Ergotropie und parasympathicotoner Trophotropie zu Gunsten des letzteren Faktors verschiebt, so muß zwangsläufig das Ausmaß der Warmreaktion des a.T. erheblich von der "vegetativen Ausgangslage" abhängen. Diese unterliegt jedoch einer Fülle von externen Einflüssen, so daß die a.T.-bedingte Warmreaktion intra- und interindividuell erheblichen Schwankungen ausgesetzt sein muß. Das hat auch die vorliegende Untersuchung ergeben, obwohl vor Beginn eines jeden Versuchs so gut wie möglich darauf geachtet wurde, daß die äußeren Ausgangsbedingungen für alle Versuche konstant blieben. Andererseits treten immer kurzzeitige Schwankungen im vegetativen Tonus auf, wie man das aus der normalen Puls-zu-Puls-Fluktuation der Herzfrequenz (: Sinusarrhythmie) bei psychomentaler Entspannung ablesen kann (s. KALSBECK, 1971). Auch die alle 20 - 40 sec auftretenden, periodischen Blutdruckschwankungen (: Mayer-Wellen) könnten Ausdruck für vegetative Tonusschwankungen sein (vgl. GANONG, 1974). Immerhin könnten derartige physiologische Aktivitätsschwankungen im vegetativen Nervensystem für die auch in dieser Untersuchung, aber auch von an deren Autoren (z.B. BLIZARD, COWINGS u. MILLER, 1975) beobachteten starken statistischen Streuungen verantwortlich sein.

Neben kurzzeitigen vegetativen Aktivitätsschwankungen ist bei der Erörterung der a.T.-bedingten Warmreaktion auch der länger bestehen bleibende vegetative Tonus zu berücksichtigen. Das sollte mit der Darstellung der Warmreaktion des a.T. von einer offenbar vegetativ- und damit kreislauflabilen Vp (Vp Jä.; Kap. 3.6, S. 38 ff.) aufgezeigt werden. Danach ist eine "normale" Warmreaktion im a.T. mit einem Anstieg der Kapillarsumme zu erreichen, wenn die Kapillaren über einen "normalen" Tonus verfügen (2. Untersuchung in Abb. 15, S. 39), im vorliegenden

Fall durch p.o.-Zufuhr eines Kreislaufmittels erzielt. Bei zu niedrigem (1. Untersuchung) oder zu hohem Kapillartonus (3. Untersuchung) fällt die Warmreaktion zu schwach aus oder bleibt sogar aus, erkennbar an der ausbleibenden Beeinflussung der Kapillarsummen. Zudem ist offenbar noch die Ausgangstemperatur der Haut für die Art der WR von Wichtigkeit, sowie die damit einhergehende Reagibilität der Kapillaren. Temperatur und Tonus verhalten sich dabei umgekehrt proportional. Bei tiefer Ausgangstemperatur findet sich ein normaler Ablauf des a.T., jedoch auf niederem Niveau mit anschliessenden Kühleempfindungen. Das scheint der Normalfall zu sein, zumal dann auch der Erfolg des a.T. ausgeprägter und häufiger festzustellen ist. Daß dies Ausdruck einer besseren Kapillarreagibilität sein kann, zeigt der in Abb. 19 (S. 48) dargestellte Befund, daß bei so reagierenden Probanden der Maximalwert des Hauttemperaturanstiegs während des a.T. früher erreicht wird als beim Gesamtkollektiv und den Vpn mit Warmempfindung nach a.T.-Ende. Ein weiterer, aus Abb. 20 zu entnehmender Beweis für die bessere Kapillarreagibilität ist die starke Zunahme des Kapillarquotienten zu einem starken Schwärzungsgrad. Das bedeutet, daß diese bei Vpn mit außerordentlichen Kapillarerweiterungen die Warmreaktion im a.T. herbeiführten.

Bei den Vpn mit Warmempfindungen scheint nach a.T.-Ende der Kapillartonus von vorneherein niedriger, deren Weite und damit die Ausgangstemperatur der Fingerhaut höher zu sein. Der stationäre geringere Kapillartonus dürfte mit einer geringeren Reagibilität nach a.T.-Ende einhergehen, so daß die Rückkehr nach einem zwar normal ausgeprägten a.T.-bedingten Hauttemperaturanstieg verzögert erfolgt. Die Folge ist eine länger vorhandene, erhöhte Hauttemperatur, die für die Warmempfindung nach a.T.-Ende verantwortlich ist. Die dabei anzunehmende schlechtere Kapillarreagibilität zeigt sich in einer geringeren Zunahme der Kapillarsummen im Vergleich zum Gesamtkollektiv (s. Abb. 18 auf S. 45), in einem Erreichen des Hauttemperaturmaximums erst zum Obungsende (s. Abb. 19 auf S. 48) sowie in einer weniger ausgeprägten Kapillarerweiterung.

4.5 Methodenkritik

Wenn die diskutierte Variabilität des vegetativen Tonus als existent angesehen werden darf, erscheint eine Kritik der Methodik notwendig. Trotz weitgehender Konstanz der Bedingungen zur Kapillarphotographie sind bei den gegebenen Lichtverhältnissen und der vom Mikroskop vorbestimmten Vergrößerung (wegen des zu fordernden Abstandes zwischen Objektiv des Mikroskops und dem auf dem Objekttisch liegenden Fingers) trotz sorgfältiger Auswahl von Filtern (Grünfilter) und des Filmmaterials wenig Kontrast liefernde Aufnahmen zu erhalten. Die Beobachterin hat darum durch das Betrachtungsokular mehr gesehen als auf dem photographischen Bildabzug. Das "Aufschiessen" neuer Kapillaren und auch die Kapillarerweiterung mit der vermehrten Passage der gut sichtbaren Erythrocyten ist mit den Mikrophotogrammen praktisch nicht darstellbar gewesen. Die von MARICQ (1970) veröffentlichten Bilder sind demgegenüber kontrastreicher und gestatten bei geringerer Vergrößerung (3 - 3,5-fach auf 35 mm Film) eine wesentlich sicherere Auswertung. Bei seiner Methode wurden die Hände mit Seife und Wasser gewaschen (nicht bürsten, erzeugt Mikroverletzungen am Nagelwall!) und anschließend mit einem alkohol-getränkten Schwamm leicht abgerieben. Zur Sichtbarmachung der Kapillaren wurde Immersionsöl (Typ B) auf den Nagelwall gegeben. Ohne Verwendung eines Mikroskops wurden dann die Nagelwallkapillaren mit der Beseler-Topcon-Super D-Single-Reflexkamera unter Verwendung des Topcon-Bellow-Attachement, Modell III (Topcon-Extensions- und Fokussierungsröhre mit einem 58 mm Makro-Topcon-Objektiv: f/3,5) aufgenommen. Wegen der kritischen Tiefenschärfe mußte ein Topcon-High-Magnification-Waist-level-Sucher zur Schärfeneinstellung eingesetzt werden. Als Beleuchtung diente ein elektronisches Blitzgerät (Agfatron 6810). Das 35 mm Film-Material war Kodachrom II-Taglichtfilm oder der Schwarz/Weiß-Kodak-Hochkontrastfilm unter Verwendung eines Mittelgrün-Filters. Mit dieser Technik konnten ausgezeichnete Bilder von den Kapillarschlingen und der subpapillären Plexus gewonnen werden.

Allerdings erhält man auch mit dieser Technik nur stationäre Zustandsbilder. Sinnvoller ist daher der Einsatz einer anderen Technik, mit der man die Dynamik der Wärmereaktion des a.T. besser verfolgen kann. Gemeint ist die Telethermographie (Thermovision), eine Variation der Infrarotphotographie, wie sie JULIEN und AMALRIC (1975) eingesetzt haben (AGA 680 Medical). Dabei werden gleichsam Isothermen, also Gebiete gleicher Hauttemperatur mit unterschiedlichen Grautönen oder Farben auf einem Schwarz/Weiß- bzw. Farbfernsehmonitor dargestellt und können von dort kinematographisch oder direkt mit einem Videobandrekorder dokumentiert werden. Eine ähnliche Methode haben HUNDHAUSEN und THEVES (1979) eingesetzt, um das Verhalten der Isothermen bei balneologischen Maßnahmen zu studieren und um daraus die Durchblutung der Hände und Finger zu berechnen. In diesem Fall wurde das Gerät AGA-Thermovision 730 eingesetzt, also ebenfalls die Methode der Infrarotphotographie.

Eine weitere Methode für eine dynamische Analyse der Warmreaktion an den Kapillaren des Nagelwalls wäre die Erfassung der Strömungsgeschwindigkeit der Erythrocyten in diesen Kapillaren mit einem Videodensitometer, das zwar auch ein Mikroskop und eine Quecksilberdampflampe zur Beleuchtung nötig hat, jedoch über getrennte Fenster über dem arteriellen und venösen Schenkel einer Kapillarschlinge exakte Aussagen über die Strömungsgeschwindigkeit abgibt, die von der Kapillarweite abhängig ist (BOLLINGER, MAHLER u. ANLIKER, 1976).

4.6 Der Einfluß von Alkohol auf die Warmreaktion

Haben schon die Auswertung des Gesamtkollektivs, der von Vpn mit Kalt- bzw. Warmempfindung nach a.T.-Ende sowie die Analyse der von einer Vp mit vegetativer Labilität erhaltenen Befunde genügend Hinweise dafür geliefert, daß die a.T.-bedingte Warmreaktion durch eine Steigerung der Kapillardurchblutung zustandegekommen ist, so erfährt diese Schlußfolgerung durch die Analyse der Alkohol- und Nikotinwirkung auf die Warmreaktion des a.T. eine weitere Stützung. Im Vergleich zu alkohol- und nikotinfreien Normalpersonen zeigte sich bei den Vpn mit Alkoholkonsum schon vor Versuchsbeginn eine um 1,4°C höhere Hauttemperatur, von der aus die a.T.-bedingte Warmreaktion eindeutig schwächer ausfiel. Unter Alkohol war die Kapillärsumme vor a.T.-Beginn niedriger, stieg aber während der a.T.-bedingten Warmreaktion etwas stärker an unter gleichzeitiger deutlicher mittelgradiger Kapillarerweiterung.

Diese Beobachtungen lassen sich ohne weiteres in die Pharmakologie des Alkohols eingliedern. In mäßigen Mengen führt Alkohol zu einer Verengung der Splanchnikusgefäße (HESSE, 1971), was als Ursache für die auftretende Blutdruckerhöhung angesehen wird. Andererseits könnte dies auch die Erklärung für die im a.T.-Versuch gefundene niedrigere Rektaltemperatur während der a.T.-bedingten Warmreaktion sein. Die von den Eingeweiden, vor allem von Leber und Niere erzeugte Stoffwechselwärme (s. ASCHOFF, 1971) kann bei einer Drosselung der Durchblutung über das Blut konvektiv in geringerem Maße im Bauchraum verteilt werden, so daß im Rektum die Temperatur niedriger bleibt und der trägere Wärmeaustausch im a.T. zwangsläufig auch weniger ausgeprägt sein muß. Andererseits führt regelmäs-

siger Alkoholkonsum, der akut zwar die Hautdurchblutung steigert (KUSCHINSKY u. LOLLMANN, 1974) zu Kapillarlähmungen (HESSE, 1971), bzw. zur Herabsetzung der Reagibilität, so daß sich die Zahl der Kapillaren im a.T. nur gering vermehrt und nur eine schwache WR hervorrufen. Die Erhöhung der Hauttemperatur beruht wohl darauf, daß das a.T. bei diesen Vpn mit regelmäßigem Alkoholkonsum in der Lage ist, vorhandene arterio-venöse Anastomosen über die Epitheloidzone mit glatten Mukelzellen so wirksam zu eröffnen, daß ein verstärkter Wärmetransport in die Akren möglich wird. Das Aufschießen neuer Kapillaren wäre dann Ausdruck einer gesteigerten Durchblutung. Die Ursache könnte auf eine Beteiligung adreenerger Innervationen hinweisen, zumal Alkohol vermehrt Catecholamine aus dem Nebennierenmark freisetzt (AMMON, 1970).

4.7 Der Einfluß von Nikotin auf die Warmreaktion

Aus der Auswertung der stärkeren Raucher bei der a.T.-bedingten Wärmereaktion darf trotz kleiner Kollektivgröße ein Einfluß von Nikotin vermutet werden. Bei den Rauchern war die a.T.-bedingte Warmreaktion erheblich schwächer ausgeprägt (vgl. Abb. 22, S. 56). Zudem schien sich die Warmreaktion im a.T. etwas träger auszubilden, fiel jedoch rasch wieder auf den Ausgangswert ab. Die Rektaltemperatur schien im a.T. demgegenüber bei den Rauchern etwas stärker abzusinken als bei den Nichtrauchern. Auffallend war bei den Rauchern die größere Kapillarsumme vor a.T.-Beginn, die aber bei der a.T.-bedingten Warmreaktion wesentlich weniger zunahm als bei Nichtrauchern und wohl hauptsächlich auf dem Eröffnen von stark erweiterten Kapillaren beruht. Das reicht allerdings offensichtlich nicht aus, um den Effekt einer bei Rauchern gegebenen herabgesetzten Kapillarsumme zu kompensieren, so daß die a.T.-bedingte Warmreaktion eben schwächer ausfällt. Diese Befunde sind mit der primär vasokonstriktorischen und später vasodilatatorischen Wirkung des Nikotins erklärbar, erstere verursacht durch Sympathicuserregung mit Catecholaminabgabe, letztere durch Stimulation der Vagusganglien (HESSE, 1971; KUSCHINSKY u. LOLLMANN, 1974), was bei den Rauchern Ursache für die größere Kapillarsumme vor a.T. - Beginn sein könnte.

4.8 Eine Vorstellung über das Zustandekommen der a.T.-bedingten Warmreaktion

Da im hypnotischen Zustand bei Ruhesuggestion eine Senkung des Grundumsatzes von 6% festgestellt worden ist (v. EIFF, 1950), müßte dieser Effekt unter der berechtigten Annahme, daß sich dieser in einer verminderten Wärmebildung äußert, unter Anwendung der RGT-Regel und einem Q_{10}-Wert von 2-3 zu einem Absinken der Hauttemperatur um nur 0,2 - 0,3°C führen. Das mag zwar für eine Kühleempfindung ausreichen, jedoch ist im a.T. gerade die erlebte Warmreaktion das Charakteristische. Darum kann die gesteigerte Wärmeabgabe über die Haut nur die Folge einer Durchblutungssteigerung der Haut als dominierende Reaktion im a.T. sein mit begleitendem Absinken der Körperkerntemperatur im Rektum (POLZIEN, 1955). Die vorliegende Untersuchung bestätigt das.

Ober die Entstehung der vasomotorischen Reaktion im Ablauf des a.T. kann man nach den in der Einleitung beschriebenen neurophysiologischen Aspekten (s. Kap. 1.1, S. 4 ff.) nachstehende Oberlegungen anstellen: Es ist denkbar, daß mit Hilfe der intramuralen Faserzüge des limbischen Systems wie einem "Hautelefon" eine bewußte konzentrative Entspannung mit herabgesetzter Vigilanz eine Aktivierung des Hippocampus und des Mandelkern herbeiführt (s. AKERT u. HUMMEL, 1963). Ober die ventrale Mandelkernstrahlung könnte das über extramurale Fasern eine direkte Stimulation des Hypothalamus unter Beteiligung von Neurotransmittern herbeiführen (KLINGER u. GLOOR, 1960), was zugleich über den PAPEZ-circuit Kreislauf- und Atmungseffekte, aber auch Tonussenkungen in der Muskulatur veranlaßt. Die Ruhigstellung mit Senkung des Erregungsniveaus könnte die Erklärung sein für die Änderung der Thermoregulation auf ein neues Funktionsniveau. Demzufolge sinkt die Kerntemperatur und steigt die Hautdurchblutung an, ohne allerdings ein thermoregulatorisches Gleichgewicht zu erreichen (POLZIEN, 1959). Weil bei einem solchen Ablauf auch die Formatio reticularis mit ihrem unspezifischen Aktivierungssystem beteiligt ist, ist zum Gelingen des a.T.-Versuchs diese auf möglichst niedrigem Aktivitätsniveau zu halten.

Darum ist ein thermoregulatorisch indifferenter Raum (21 - 24°C), geruchsneutrale Luft und eine Droschken-Kutscherhaltung (garantiert minimale γ - Afferenz) für das Gelingen des a.T. günstig. Damit wird eine Senkung der Vigilanz bei wachem Cortex erreicht. So zeigt sich im EEG ein erhaltener α - Rhythmus mit Synchronisationstendenz, welcher auf ein herabgesetztes Vigilanzniveau mit weiterer Senkung des Muskeltonus infolge herabgesetzter Antriebe auf die Gammamotoneurone hinweist (BAROLIN, 1978). Ferner ist ableitbar, daß beim a.T. der Neocortex weitgehend nicht beteiligt ist. Umso stärker haben dagegen subcorticale Strukturen daran Anteil mit dem Schwerpunkt beim limbischen System, der Reticularformation und dem Hypothalamus. Deshalb können mit dem a.T. neben vegetativen Effekten auch unbewußt-motorische Veränderungen (Muskeltonus, Mimik, Gestik) und Stimmungs- sowie Affektänderungen herbeigeführt werden.

Daß das Wärmeerlebnis (: Warmreaktion erlebt werden kann, liegt daran, daß die Warmrezeptoren der Haut sich genau in Höhe der Kuppen der Kapillarschlingen befinden, so daß bei einem verstärkten Wärmeantransport durch Eröffnen arterio-venöser Anastomosen mittels der HOYER-GOSSER'schen Organe die Warmrezeptoren ihre Entladungsfrequenz steigern und an den wachen Gyrus postcentralis weiterleiten. Allerdings bewegt sich so eine hervorgerufene Durchblutungssteigerung immer noch im Bereich der Normalbedingungen (vgl. Abb. 5, S. 13). Die Kapillarerweiterung kann dabei durch ein Nachlassen der Vasokonstriktoren-Innervation verursacht sein mit Senkung des Sympathicotonus und Oberwiegen des Vagustonus (BEARY u. BENSON, 1974). Das wäre eine Erklärung für die o.e. Stoffwechselsenkung, Verminderung von Blutdruck und Herzfrequenz sowie des Auftretens von Müdigkeitsgefühlen (trophotrope Hypothalamus-Reaktion).

Wenn schließlich eine solche Genese der im a.T. zu erlebenden mannigfaltigen Reaktionen gegeben ist, wird verständlich, daß Medikamente mit einem Angriffspunkt im Bereich des limbischen Systems (Psychopharmaka, Alkohol,

Coffein) den Ablauf eines a.T. tiefgreifend beeinflussen müssen, wobei beim Alkohol, Nikotin und Coffein noch unmittelbare vegetative und neuroendokrine Effekte mit vasomotorischer Wirksamkeit hinzukommen.

5.0 Zusammenfassung

Das Untersuchungsziel war, die im Verlauf eines autogenen Training (a.T.) durchgeführte Wärmeübung mit der Kapillarmikroskopie am Nagelwall zu verifizieren und die Warmreaktion (WR) im a.T. auf eine Durchblutungssteigerung in den Akren zurückzuführen.

Nach Darstellung des gegenwärtigen Wissensstandes über die anatomischen und physiologischen Grundlagen aller an der WR möglicherweise beteiligten Strukturen (Thermorezeptoren, zentralnervöse Strukturen und Bahnen, Kapillaren) wird eine Methode beschrieben die die Aufnahme von Mikrophotogrammen gestattet. Eine dazu unerläßliche Fingerhalterung wird vorgestellt, ebenso eine geeignete Vorbehandlung des Nagelwalls. Die in der Körperschale (Hauttemperatur über der Endphalanx des Mittelfingers : T_H) und im Körperkern (Rektaltemperatur : T_R) zu untersuchenden a.T.-bedingten Temperaturänderungen wurden thermoelektrisch registriert. Die Zeitpunkte für die Aufnahme von Kapillarmikrophotogrammen wurden markiert. Die Ausgangsbedingungen im Untersuchungsraum, aber auch bei den Versuchspersonen (Vpn) per Fragebogen wurden weitgehend konstant gehalten.

Von 19 Vpn (13 männlich, 6 weiblich) mit einem Durchschnittsalter von 25,6 Jahren wurden in 43 auswertbaren Untersuchungen folgende Ergebnisse erhalten:

1.) Die Vpn kamen ohne Angst, interessiert, ohne Zeitdruck zum a.T., waren zur Mitarbeit bereit und nicht ermüdet (kein Sport). Sie waren nicht hungrig und haben keine Medikamente eingenommen, haben aber am Versuchstag meist 1 - 3 Tassen Kaffee oder Tee getrunken. Ein Teil der Vpn hatte Alkohol zugeführt. Die Vpn haben am Versuchstag kein a.T. betrieben und waren seelisch ausgeglichen.

2. Die Versuchssituation erschwerte den Vpn. das a.T., obwohl das Schwereerlebnis binnen 3 - 6 min gelang. Die Orientierung blieb bei den Vpn meist gewahrt, nicht aber das Bewußtsein der Tageszeit. Die Wärmeempfindung trat bevorzugt an der oberen Extremität spontan auf. Sehbilder oder fehlende Empfindungen wurden gleich oft, etwa in jedem 2. Versuch angegeben. Nach a.T. wurde etwa gleich oft Kalt- bzw. Warmempfindung geäußert. Die durch das a.T. erreichte Stimmungsänderung wurde etwa gleich oft positiv wie negativ bewertet. Unter den positiven Antworten überwogen die Aussagen "Entspanntsein", "Ausgeglichenheit", "Erholtsein", aber auch "Müdigkeit".

3. Im Verlauf des a.T. steigt die T_H am Finger von 29,23 $\pm$ 2,02°C mit Spontanschwankungen um 0,25°C binnen 13 $\pm$ 6 min auf 31,02 $\pm$ 1,99°C an. Im durchschnittlichen Temperaturverlauf wird das Maximum von 30,74 $\pm$ 2,29°C in der 12. Minute erreicht. Die durchschnittliche Erhöhung der Hauttemperatur beträgt 1,79 $\pm$ 1,29°C.

4. Nach a.T.-Ende (20. min) sinkt die T_H wieder ab und erreicht in der 32. min wieder den Ausgangswert.

5. Die T_R sinkt während des a.T. von einem Ausgangswert von 37,19 $\pm$ 0,27°C bei erheblich geringeren Streuungen wie bei der T_H von der 4. - 6. min nach a.T.-Beginn ab, erreicht aber erst nach 23 $\pm$ 6 min, d.h. meist nach a.T.-Ende (20. min) ihr Minimum mit 37,00 $\pm$ 26°C. Die Senkung der T_R ist mit 0,21 $\pm$ 0,14°C wesentlich schwächer ausgeprägt als die T_H-Erhöung. Die Relation liegt bei 10/1. Die Normalisierung der T_R wird bei Versuchsabbruch oft noch nicht erreicht.

6. Die Kapillarsumme steigt im Verlauf der WR im a.T. von 6 $\pm$ 1,88 Kap./0,25 mm² auf 7,56 + 2,05 Kap./ 0,25 mm² an. Das deutet auf eine a.T.-bedingte Steigerung der Durchblutung mit Aufschießen neuer Kapillarschlingen hin.

7. Weil sich der Schwärzungsgrad der Kapillaren in den Mikrophotogrammen ändert, muß bei der WR im a.T. auch eine Kapillarerweiterung eintreten. Darum nehmen während der WR die schwach geschwärzten Kapillarn um 13% ab, während die mittel- und stark geschwärzten Kapillaren um 8% bzw. 5% zunehmen.

8. Die Zunahme der im a.T. neu auftretenden Kapillarschlingen macht 26,1%, die Zunahme des Kapillardurchmessers im a.T. 13% aus.

9. Wenn sich bei Vpn die Kapillarsumme nicht ändert, sondern allenfalls nur die Kapilarweite (: Durchmesser), so ist die WR (erfaßt mit der T_H) entsprechend schwächer ausgeprägt.

10. Bei a.T.-Wiederholung (1. Untersuchung im Vergleich zur 2. Untersuchung) kann es einerseits eine Adaptation geben; denn bei der 2. Untersuchung steigt die T_H um 1,5% weniger, die T_H-Reaktion ist hier bei der 2. Untersuchung schwächer. Andererseits scheint es bei der 2. Untersuchung eine Verstärkung der WR durch Obungswiederholung zu geben. Erhöhte Kapillarenzahlen bestätigen dies.

11. Die WR im a.T. gelingt nur bei normalem Kapillartonus. Bei zu niedrigem oder zu hohem Kapillartonus wird die a.T.-bedingte WR mehr oder weniger verdeckt.

12. Wenn Kaltempfindungen nach a.T.-Ende geäußert werden, ist auch die T_H- und auch die T_R-Ausgangstemperatur niedriger als beim Gesamtkollektiv. Die WR selbst ist dabei normal. Die T_R zeigt keine Abweichungen von der Norm. Bei der bereinigten Gruppe ist allerdings eine besonders ausgeprägte WR mit einem steileren Temperaturgang der Kerntemperatur zu beobachten.

13. Bei einer Kaltempfindung nach a.T.-Ende scheint die angestrebte Stimmungsänderung leichter einzutreten. Eine Kaltempfindung nach a.T.-Ende dürfte darum der Regelfall nach einem erfolgreichen a.T. sein.

14. Wenn eine Warmempfindung nach a.T.-Ende angegeben wird, ist die mittlere T_H schon vor a.T.-Beginn um 0,48°C höher, ebenso das T_H-Maximum während des a.T. (+ 0,4°C) und auch die T_H 10 min nach a.T.-Ende (+ 0,86°C). Die an sich normal verlaufende a.T.-bedingte WR ist lediglich nach oben verschoben. Das Verhalten der T_R ist bei diesen Vpn etwas schwächer ausgeprägt.

15. Bei den Vpn mit Warmempfindung nach a.T.-Ende nimmt im a.T. die Kapillarisierung des Nagelwalls weniger zu, vielmehr scheint bei diesen Vpn die Kapillarerweiterung Vorrang zu haben. Allerdings scheint bei diesen Vpn die angestrebte Stimmungsänderung seltener einzutreten.

16. Der Vergleich der Vpn mit Kalt- bzw. Warmempfindungen nach a.T.-Ende ergibt, daß bei Kaltempfindungen nach a.T.-Ende die an sich normale WR tiefer, bei Warmempfindungen nach a.T.-Ende demgegenüber höher als beim Gesamtkollektiv verläuft. Dabei wird bei Kaltempfindungen das T_H-Maximum früher, bei Warmempfindungen später (meist zum a.T.-Ende) erreicht. In beiden Fällen verläuft die T_R-Kurve niedriger als normal.

17. Während beim Gesamtkollektiv die Kapillarsumme zunimmt bei ausgeprägter Kapillarerweiterung, findet man bei Vpn mit Warmempfindung nach a.T.-Ende eine geringere Vermehrung der Kapillarsumme unter mittelmäßiger Kapillarerweiterung. Bei Vpn mit Kaltempfindung nach a.T.-Ende wächst bei der WR die Kapillarsumme in gleicher Weise wie beim Gesamtkollektiv jedoch ist bei ihnen die Kapillarerweiterung 11-fach ausgeprägter nachweisbar.

18. Aus den Kapillarquotienten ist ablesbar, daß während der WR die Zahl durchbluteter Kapillaren zunimmt und eine ausgeprägte Kapillarerweiterung eintritt.

19. Bei einer Warmempfindung nach a.T.-Ende nimmt die Zahl durchbluteter Kapillaren während des a.T. weni-

ger zu, ebenso das Ausmaß der Erweiterung der Kapillaren.

20. Bei Kaltempfindungen nach a.T.-Ende nimmt zwar die Zahl durchbluteter Kapillaren genau so zu wie bei Warmempfindungen nach a.T.-Ende, jedoch beeindruckt bei diesen die enorme Kapillarerweiterung.

21. Wenn nach a.T.-Ende eine Kaltempfindung geäußert wird, die WR am Obungsende liegt (20. min) und danach die T_H weiter absinkt, so findet sich auch eine Vermehrung der Zahl durchbluteter Kapillaren. Allerdings bestimmt in diesen Fällen die Eröffnung neuer Kapillaren das Bild und nicht die Kapillarerweiterung.

22. Der Vergleich der 1. zur 2. Untersuchung zeigt, daß sowohl Adaptation als auch Verstärkung durch Obungswiederholung auftreten kann. Einer Steigerung der Kapillarenzahl und einer Erweiterung steht ein unverändertes kapillarmikroskopisches Bild gegenüber.

23. Unter Einfluß von Alkohol ist schon vor a.T.-Beginn die T_H um 1,4°C höher als normal, die WR ist aber schwächer. Die T_R ist unter Alkohol entsprechend niedriger und verläuft während des a.T. ebenso auf niederem Niveau. Die Kapillarsumme war bei den Vpn unter Alkohol mit 5,8 Kap./0,25 mm^2 vor a.T.-Beginn genauso groß wie normal (6,0 Kap./0,25 mm^2 und stieg bei der WR mit 7,4 Kap./0,25 mm^2 ebenso stark an wie das Gesamtkollektiv (7,56 Kap./0, mm^2). Dabei scheint unter Alkoholeinfluß die erhöhte Hauttemperatur sowie die WR vornehmlich durch Eröffnung arterio-venöser Anastomosen mit vermehrtem Wärmetransport in die Peripherie (Akren) einzutreten. Dabei dürften wohl maßgeblich die Hoyer-Grosser'schen Organe beteiligt sein.

24. Bei Rauchern (: Nikotin-Einfluß) ist der Ausgangswert der T_H mit 29,34°C gleich dem des Gesamtkollektives (29,23°C). Die WR während des a.T. ist bei Rauchern jedoch schwächer (um 53%) und verzögert (14. statt

12. min) ausgeprägt als bei Nichtrauchern. Demgegenüber scheint bei Rauchern die Senkung der T_R während des a.T. ausgeprägter zu sein als bei Nichtrauchern. Die mittlere Kapillarenzahl (: Kapillarsumme) ist bei den Rauchern vor a.T.-Beginn höher als bei Nichtrauchern, steigt aber während der a.T.-bedingten WR nur um 11,9% an im Vergleich zu 35,7% bei den Nichtrauchern. Die Kapillarreaktion ist bei der WR von Nichtrauchern 3-fach stärker als bei den Rauchern. Die Reagibilität der Kapillaren im Sinne einer Erweiterungsfähigkeit scheint aber bei Rauchern nicht herabgesetzt zu sein.

25. Aus den Untersuchungen wird unter Auswertung des gegenwärtigen Wissensstandes gefolgert, daß die a.T.-bedingte WR durch eine Durchblutungssteigerung über Eröffnung arterio-venöser Anastomosen, einem verstärkten Bluttransport in die Akren mit Aufschießen neuer Kapillarenschlingen sowie einer Erweiterung bereits durchbluteter Kapillaren entstanden ist.

Das Problem der Gesamtumschaltung, sowie ein möglicher zentralnervöser Schaltmechanismus wird beschrieben.

6.0 LITERATUR

1. AKERT, K. u. P. HUMMEL: Anatomie und Physiologie des limbischen Systems
   Deutsche Hoffmann-La Roche AG, Grenzach: 1963

2. AMMON, H.P.T.: Der Einfluß des Alkohols auf den Kohlenhydrat-, Fett- und Energiestoffwechsel von Gehirn und Leber S. 16 - 28
   aus: K. LANG (Herausg.): Alkohol und Coffein
   Dr. D. Steinkopff-Verlag, Darmstadt: 1970

3. ANSEL, E.L.: A simple exercise to enhance response to hypnotherapy for migraine headache
   Internat. J. Clin. and Exper. Hypnosis 25 (1977): 68 - 71

4. ASCHOFF, J.: Die obere Extremität im Dienst der physikalischen Temperaturregulation
   Pflügers Arch. 249 (1947): 148

5. ASCHOFF, J.: Der Tagesgang der Körpertemperatur beim Menschen
   Klin. Wschr. 33 (1955): 545 - 551

6. ASCHOFF, J. u. R. WEVER: Kern und Schale im Wärmehaushalt des Menschen
   Naturwiss. 45 (1958): 477 - 485

7. ASCHOFF, J.: Hauttemperatur und Hautdurchblutung im Dienst der Temperaturregulation
   Klin. Wschr. 36 (1958): 193 - 202

8. ASCHOFF, J.: Temperaturregulation
   aus: J.ASCHOFF, B. GONTHER u. K. KRAMER: Energiehaushalt und Temperaturregulation GAUER-KRAMER-JUNG: Physiologie des Menschen, Bd. 2
   Urban & Schwarzenberg-Verlag, München-Berlin-Wien: 1971

9. BAROLIN, G.S.: Autogenes Training heute Münch.Med. Wschr. 120 /1978): 1289 - 1294

10. BAZETT, H.C.: Temperature sense in man
aus: Temperature, its measurement and control in science and industry, S. 489 - 501
Reinhold Publ. Corp., New York: 1954

11. BEARY, J.F. and H. BENSON: A simple psychophysiologic technique which elicits the hypometabolic changes of the relaxation response
Psychosomat. Med. 36 (1974): 115 - 120

12. BERGER, H. u. C. BERGER: Elektronenmikroskopische Befunde zur Verankerung kleiner Hautgefäße im Bindegewebe
Arch. klin. exper. Dermatol. 236 (1970): 217 - 228

13. BLIZARD, D.A.; P. COWINGS and N.E. MILLER: Visceral responses to opposite types of autogenic-training imagery
Biol. Psychol. 3 (1975): 49 - 55

14. BOLLINGER, A., F. MAHLER and M. ANLIKER: Velocity of red blood cells in human nailfold capillaries
Acta. chir. scand. Suppl. (1976): 7 - 9

15. BURCH, G.E.; A.E. COHN and C. NEUMANN: A study by quantitative methods of the spontaneous variations in volume of the finger tip, toe tip, and postero-superior portion of the pinna of resting normal white adults
Amer. J. Physiol. 136 (1942): 433 - 447

16. BURCH, G.E. and N. DE PASQUALE: Relation of arterial pressure to spontaneous variations in digital volume
J. appl. Physiol. 15 (1960): 23 - 24

17. DANIELS, L.K.: The effects of automated hypnosis and hand warming on migraine: A pilot study
Amer. J. Clin. Hypnosis 19 (1976): 91 - 94

18. DAVIS, M.J. and A.L. LORINCZ: An improved technic for capillary microscopy of the skin
J. invest. Dermat. 28 (1957): 283

19. EBBECKE, U.: Schüttelfrost in Kälte, Fieber und Affekt
Klin. Wschr. 26 (1948): 609 - 613

20. EHRING, E.: Kapillarmikroskopische Bestimmung konstitutioneller Permeabilitätsstörungen an der terminalen Strohmbahn
Ärzt. Wschr. 5 (1950): 45

21. EHRING, E.: Ober Mikroblutungen am Nagelwall Eine vitalhistologische Studie
Habil.-Schrift Westf.-Wilh.-Universität, Münster: 1957

22. EIFF, A.W., von: Ober die Möglichkeit einer Grundumsatzsenkung durch psychische Beeinflussung
Ärztl. Forschung 4 (1950): 611

23. EIFF, A.W., von: Der Einfluß der Hypnose auf Temperaturempfindung und Wärmeregulation
Z. ges. exper. Med. 117 (1951): 261

24. ELSON, B.D.; P. HAURI and D. CUNIS: Physiological changes in Yoga meditation
Psychophysiol. 14 (1977): 52 - 57

25. FAGRELL, B., A. FRONEK and M. INTAGLIETTA: A microscope-television system for studying flow velocity in human skin capillaries
Amer. J. Physiol. 233 (1977): H 318 - 321

26. FREEMAN, N.E.: The effect of temperature on the rate of blood flow in the normal and in the sympathectomizes hand
Amer. J. Physiol. 113 (1935): 384

27. FRENKEL, R.E.: Remembering dreams through autosuggestion: Relationship of menstruation and ovulation to the autosuggestion dream recall cycle
Behav. Neuropsychiatr. 3 (1971): 2 - 11

28. GANONG, W.F.: Lehrb. d. medizinischen Physiologie 3. Aufl.
Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York: 1974

29. GOLENHOFEN, K.: Haut S. 347 - 384
aus: E. BAUEREISEN: Physiologie des Kreislaufs 1 aus: E. SCHOTZ: Lehrb. d. Physiol.
Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York: 1971

30. GORGAS, K., P. BÖCK, F. TISCHENDORF and S.B. CURRI: The fine structure of human digital arterio-venous anastomoses (HOYER-GROSSERs organs)
Anat. Embryol. 150 (1977): 269 - 289

31. GRABOWSKA, M.J.: The effekt of hypnosis and hypnotic suggestion on the blood flow in the extremities
Pol. Med. J. 10 (1971: 1044 - 51)

32. GRAHAM, G.W.: Hypnotic treatment for migraine headaches
Internat. J. Clin. and Exper. Hypnosis 23 (1975): 165 - 171

33. HAMMERSEN, F.: Bau und Funktion der Blutkapillaren
aus: H.-W. ALTMANN, F. BOCHNER, H. COTTIER, E. GRUNDMANN, G. HOLLE, E. LETTERER, W. MASSHOFF, H. MEESSEN, F. ROULET, G. SEIFERT u. G. SIEBERT: Handb. d. allg. Pathologie, Bd. 3: Zwischensubstanzen, Gewebe, Organe; Teil 7: Mikrozirkulation/Microcirculation
Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York: 1977

34. HARRIS, G.W.: Neural control of the pipuitary gland
Arnold-Verlag, London: 1955

35. HENSEL, H.: Physiologie der Thermoregulation
aus: M. MONNIER: Physiologie und Pathophysiologie des vegetativen Nervensystems, Bd. II: Pathophysiologie S. 269 - 279
Hippokrates-Verlag, Stuttgart: 1963

36. HENSEL, H.: Allgemeine Sinnesphysiologie, Hautsinne, Geschmack, Geruch; S. 161 - 194
aus: W. TRENDELENBURG u. E. SCHOTZ: Lehrb. der Physiol.
Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York: 1966

37. HESS, W.R.: Zwischenhirn 2. Aufl.
Benno Schwabe-Verlag, Basel: 1954

38. HESSE, E.: Rausch-, Schlaf- und Genußgifte
4. Aufl., F. Enke-Verlag, Stuttgart: 1971

39. HOFF, F.: Klinische Physiologie und Pathologie
6. Aufl.
G. Thieme-Verlag, Stuttgart: 1962

40. HORSTMANN, E.: Das Muster der Blutgefäße
aus: L.DELIUS u. W. WITZLEB: Probleme der Haut-und Muskeldurchblutung
Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg: 1964

41. HUNDHAUSEN, E. u. B. THEVES: Die Berechnung von thermisch bedingten Durchblutungsänderungen im Finger unter Benutzung thermographischer Hauttemperaturmessungen
Eur. J. appl. Physiol. 40 (1979): 235 - 244

42. ILLIG, L. u. H. CONRATHS: Mikroskopische Lebendaufnahmen vom Kapillarbett des Tieres und des Menschen.
C.H. Boehringer Sohn, Ingelheim (Rhein): 1954

43. JACKSON, Th.L.; R.A. BARKLEY and St.M. PASHKO: The effects of hyponotic induction versus high motivation on oral temperatur
Internat. J. Clin. and Exper. Hypnosis 24 (1976): 22 - 28

44. JÄNIG, W.: Das vegetative Nervensystem
aus: R.F. SCHMIDT u. G. THEWS: Physiologie des Menschen, S. 114 - 145, 19. Aufl.
Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York: 1977

45. JOHNSON, R.F.Q. and Th.X. BARBER: Hypnotic Suggestions for blister formation: Subjective and physiological effects
Amer. J. Clin. Hypnosis 18 (1976): 172 - 181

46. JULIEN, R. et R. AMALRIC: La thermovision appliquée à la relaxation
L' Encéphale 1 (1975): 237 - 244

47. KALSBECK, J.W.H.: Sinus arrhythmia and the dual task method in measuring mental load
aus: W.T. SINGLETON et al.: Measurement of man at work
Taylor & Francis-Verlag, London: 1971

48. KLINGER, J. and P. GLOOR: The connections of the amygdala and the anterior temporal cortex in the human brain
J. comp. Neurol. 115 (1960): 333 - 369

49. KUSCHINSKY, G. u. H. LÖLLMANN: Kurzes Lehrbuch der Pharmakologie 6. Aufl.
G. Thieme-Verlag, Stuttgart: 1974

50. LEVANDER, V.L.; H. BENSON, R.C. WHEELER and R.K. WALLACE: Increased forearm blood flow during a wakeful hypometabolic state
Fed. Proc. 31 (1972): 405

51. LIÉBAULT, A.A.: Der künstliche Schlaf, 1. Aufl.
F. Deuticke-Verlag, Laipzig-Wien: 1892

52. LINDEN, M.: Verlaufsuntersuchung des Wechsels von Herzschlag und peripherer Zirkulation während der Lernschritte des autogenen Trainings
Psychother. med. Psychol. 27 (1977): 148 - 157

53. LOMBARD, W.P.: The blood pressure in the arterioles, capillaries and small veins of the human skin
Amer. J. Physiol. 29 (1912): 335

54. Mac LEAN, P.D.: Contrasting functions of limbic and neocortical systems of the brain and their relevance to psychophysiological aspects of medicine
Amer. J. Med. 25 (1958): 611

55. MARICQ, H.R.: Technical report: "Wide-Field" photography of nailfold capillary bed and a scale of plexus visualization scores (PVS)
Microvasc. Res. 2 (1970): 335 - 340

56. MASLACH, Ch.; G. MARSHALL and Ph.G. ZIMBARDO: Hypnotic control of peripheral skin temperature: A case report
Psychophysiol. 9 (1972): 600 - 605

57. MITCH, P.S.; A. Mc GRADY and A. IANNONE: Autogenic feedback training in migraine: A treatment report
Headache 15 (1976): 267 - 270

58. MORUZZI, G and H.W. MAGOUN: Brain stem reticular formation and avtivation of the EEG
EEG clin. Neurophysiol. 1 (1949): 455

59. MOLLER, O.: Mein Kapillarmikroskop
Med. Klin. 17 (1921): 1148

60. MOLLER, O.: Die Kapillaren der menschlichen Körperoberfläche in gesunden und kranken Tagen
Enke-Verlag, Stuttgart: 1922

61. MOLLER, O.: Die feinsten Blutgefäße des Menschen
Enke-Verlag, Stuttgart: 1939

62. NAUTA, W.J.H.: Hippocampal projektions and related neural pathways to the midbrain in the cat
Brain 81 (1958): 319

63. POLZIEN, P.: Die Änderung der Thermoregulation bei der Gesamtumschaltung durch das autogene Training. Ein physikalischer Nachweis des hypnotischen Zustandes
Z. ges. exper. Med. 125 (1955): 469 - 481

64. POLZIEN, P.: Ober die Physiologie des hypnotischen Zustandes als eine exakte Grundlage für die Neurosenlehre
Acta-neuro-psychologica Supp. 7 (1959)

65. POLZIEN, P.: Somatische Neurosenforschung und ihre Beziehung zu J.H. Schultz
Schweiz. Arch. Neurol. Neurochir. Psychiatr. 113 (1973): 343 - 56

66. RASKIN, M., G. JOHNSON and J.W. RONDESTVEDT: Chronic anxiety treated by feedback-induced muscle relaxation
Arch. Gen. Psychiatr. 28 (1973): 263 - 267

67. SARGENT, J.D.; E.E. GREEN and E.D. WALTERS: Preliminary report on the use of autogenic feedback training in the treatment of migraine and tension headaches
Psychosom. Med. 35 (1973): 129 - 135

68. SCHARRER, E. u. B. SCHARRER: Neurosekretion
aus:Möllendorff's Handb. mikrosk. Anat. VI/5 (1954): 953 - 1066
Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg:1954

69. SCHIEBLER, T.H.: Morphologie der Haut
Vortrag 10. Arb.Tgg. d. Arbeitskreises "Gynäkologische Balneotherapie", Würzburg: 1976

70. SCHÖNFELD, W.: Vorläufer der heutigen Kapillarmikroskopie
Arch. Dermat. Syph. 178 (1939): 201

71. SCHULTZ, I.H.: Das autogene Training
17. unveränderte Aufl.
G. Thieme-Verlag, Stuttgart: 1976

72. TEBECIS, A.K. and K.A. PROVINS: Further studies of physiological concomitants of hypnosis: skin temperature, heart rate and skin resistance
Biol. Psychol. 4 (1976): 249 - 258

73. THAUER, R.: Probleme der Thermoregulation
Klin. Wschr. 36 (1958): 989 - 998

74. THAUER, R.: Der nervöse Mechanismus der chemischen Temperaturregulation des Warmblüters
Naturwiss. 51 (1964): 73 - 80

75. TRONNIER, H. u. W. SCHNEIDER: Lichttherapie (einschließlich Lichtphysikalischer und Lichtbiologischer Vorbemerkungen)
aus: J. GROBER u. F.E. STIEVE: Handb. d. physikal. Therap. Bd. I
G. Fischer-Verlag, Stuttgart: 1966

76. TSCHABITSCHER, H. u. H. CZERWENKA-WENKSTETTEN: Affekt und Muskelspannung
aus: H. HOFF, H. TSCHABITSCHER u. K. KRYSPIN-EXNER: Muskel und Psyche
S. Karger-Verlag, Basel-New York: 1964

77. VOGEL, W. u. D. LANGEN: Periphere Durchblutungsänderungen während des Erlernens des autogenen Trainings
aus: I.J.J. LOPEZ (Herausg.): IV. World Congr. of Psychiat. Internat. Congr. Ser. 117, 45
Excerpta Med. Found. 1966

78. WALLACE, R.K.: Physiological effects of transcendental meditation
Science 167 (1970): 1751 - 1754

79. WALLACE, R.K.; H. BENSON and A.F. WILSON: A wakeful hypometabolic state
Amer. J. Physiol. 221 (1971): 795 - 799

80. WALLACE, R.K. and H. BENSON: The physiology of meditation
Scient. Amer. 226 (1972): 84 - 90

81. WETZLER, K. u. A. BÖGER: Ober einen neuen Weg zur Bestimmung des absoluten Schlagvolumens des Herzens beim Menschen auf Grund der Windkesseltheorie und seine experimentelle Prüfung
Naunyn-Schniedebergs Arch. f. exp. Path. u. Pharmakol. 184 (1937): 482 - 505

82. WILKINS, R.W., J. DOUPE and H.W. NEWMAN: The rate of blood flow in the normal fingers
Clin. Sci 3 (1937/38): 403

83. WITZLEB, E.: Funktionen des Gefäßsystems
aus: R.F. SCHMIDT u. G. THEWS: Physiologie des Menschen, S. 387 - 450, 19. Aufl.
Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York: 1977

-10	-8	-6	-4	-2	0	+2	+4	+6	+8	+10	+12	+14	+16	+18	+20	+22	+24	+26	+28	+30	+32	+34
28.07	27.02	26.58	26.58	26.58	26.49	26.58	27.54	27.89	27.89	27.89	27.89	27.72	27.46	27.11	26.93	26.75	26.49	26.32	26.14	25.96	25.88	25.20
31.14	31.23	29.82	30.09	30.44	30.44	30.61	31.14	31.05	30.79	30.44	30.18	30.09	30.26	30.09	30.61	30.53	30.44	30.18	30.09	30.26	30.53	30.00
26.14	26.14	26.32	26.49	26.75	27.11	27.11	27.11	27.19	27.37	27.11	27.19	27.19	27.11	27.28	27.19	27.02	27.02	26.67	26.84	26.84	26.67	26.67
28.86	28.77	28.68	28.51	28.33	28.25	28.16	28.60	28.95	30.26	31.23	31.40	30.53	30.09	30.09	29.82	29.91	29.82	29.21	28.95	28.42	28.42	28.42
28.86	28.77	28.51	28.33	28.51	28.16	28.42	28.77	29.04	29.91	30.53	30.61	30.35	30.00	30.35	30.44	30.53	29.65	29.21	28.51	28.25	27.46	
30.61	30.18	29.82	29.47	29.39	29.74	29.82	30.44	30.88	30.96	31.05	31.05	30.96	31.14	31.23	31.05	31.05	30.96	30.79	30.79	30.88	30.70	30.70
30.61	30.53	30.79	30.44	30.79	30.70	30.18	30.26	30.96	31.05	31.23	31.32	31.23	31.05	31.05	30.96	31.14	31.23	30.70	30.88	30.88		
30.44	31.14	31.40	30.18	30.79	31.23	30.96	30.79	31.05	31.23	31.58	31.49	31.67	31.40	31.14	31.32	31.23	31.32	31.14	30.96	30.88	30.61	30.88
28.07	28.95	28.86	28.95	29.12	29.39	29.30	29.65	30.44	30.96	31.32	31.58	31.67	31.67	31.84	31.93	31.84	31.67	31.32	31.14	31.49	31.23	
30.44	29.39	28.68	30.18	30.44	30.09	30.35	31.58	32.19	32.46	32.37	32.46	32.37	32.37	32.46	32.37	32.37	32.28	32.02	31.75	31.93	32 19	
31.58	31.84	31.32	31.58	31.32	31.49	31.49	31.67	31.93	31.93	31.84	31.58	31.32	30.96	30.70	30.44	30.35	30.26	30.26	30.18	30.00	30.09	
28.25	29.74	29.91	30.09	30.00	30.09	30.26	31.40	31.75	31.67	31.58	31.93	31.75	31.49	31.32	31.23	31.14	30.53	29.74	29.47	29.21	28.68	
25.18	25.44	25.88	25.35	26.05	25.96	26.14	25.88	26.14	27.11	27.89	28.07	28.16	28.25	28.25	28.16	28.25	28.42	28.25	28.25	27.98	27.72	27.54
28.68	30.26	29.91	30.44	30.88	31.14	31.40	31.84	32.54	32.81	33.07	33.07	33.16	32.98	32.89	32.54	32.72	32.63	32.54	32.63	32.02	31.14	30.70
32.98	32.89	32.72	33.07	32.89	32.98	32.72	32.98	33.25	33.25	33.25	33.33	33.51	33.33	33.33	33.60	33.25	33.25	32.98	32.54	33.07	32 37	32.37
30.70	31.40	31.67	32.02	32.02	32.19	32.54	32.54	32.89	32.89	32.98	33.07	33.16	33.16	33.07	33.25	33.25	33.07	33.07	32.81	31.14		
31.58	31.67	29.74	31.05	31.58	31.58	31.49	31.75	31.84	31.84	31.93	31.75	31.93	31.84	31.84	31.84	31.49	31.67	31.67	31.67	31.32		
28.77	29.39	-	27.54	28.87	28.33	28.42	29.04	29.30	29.47	29.56	29.47	29.39	29.39	29.47	29.21	29.04	29.21	29.04	28.77	28.77	28.60	28.25
31.32	31.93	32.46	31.05	31.84	31.67	31.49	31.93	32.19	32.28	32.37	32.11	32.11	32.11	32.11	32.11	32.19	31.93	31.40	31.49	31.14	30.35	
30.35	30.96	29.74	30.53	30.53	31.05	31.14	31.84	32.11	31.93	31.49	31.40	31.23	30.96	30.61	30.53	30.44	29.91	29.74	28.95	28.60		
29.35	29.70	30.32	30.67	31.46	31.02	30.84	31.72	32.51	32.86	32.77	32.68	32.60	32.42	32.42	32.33	31.72	30.75	30.05	29.61			
28.16	27.37	26.84	26.58	26.23	25.70	25.53	25.70	27.72	28.51	28.77	29.47	29.39	29.12	28.33	27.89	27.37	27.54	27.63	27.02	26.58	26.58	
30.70	31.40	31.84	27.72	29.82	30.70	30.96	31.67	32.02	32.02	31.84	31.67	31.93	32.37	32.28	32.28	32.28	31.75	31.58	31.32	31.14	30.96	
31.05	30.61	30.09	29.39	30.26	31.23	30.80	31.67	31.84	32.19	32.19	32.37	32.11	32.11	32.02	31.93	31.84	30.09	29.65	29.91	30.26		
30.61	30.44	30.09	29.65	29.82	29.82	29.74	30.35	30.96	31.67	32.02	32.07	32.28	32.19	32.37	32.28	32.11	31.93	32.54	32.02	31.67	31.75	31.84
28.86	28.86	28.60	28.16	28.33	28.42	28.42	28.86	29.47	29.91	30.09	30.00	30.53	30.44	30.26	30.18	30.26	30.53	30.09	29.82	29.39		
28.51	28.51	28.42	28.25	28.25	28.16	28.07	27.98	27.98	27.89	27.81	27.89	27.72	27.54	27.28	27.46	27.19	27.19	26.93	27.02	26.93	26.93	
29.91	29.65	29.65	30.18	29.21	28.86	28.16	27.81	27.54	27.63	28.07	28.68	28.95	28.95	29.04	29.30	29.97	30.26	30.44	29.65	29.21	27.98	27.19
29.47	29.65	29.12	30.00	30.53	30.44	30.44	30.77	31.14	31.93	32.02	32.19	32.37	32.28	32.37	32.28	32.28	31.93	31.14	30.79	30.53	30.61	30.35
32.37	32.54	32.11	32.28	31.84	31.49	31.58	31.32	31.32	31.32	31.49	31.75	31.93	31.84	31.75	31.84	31.67	31.40	31.05	30.79	30.53	30.61	
22.61	22.88	23.05	23.32	23.58	23.75	24.28	24.89	25.16	25.33	25.25	25.25	25.33	25.42	25.51	25.77	25.77	26.04	25.86	25.68	25.86	25.86	25.77
24.72	24.89	24.81	24.72	24.28	24.46	24.63	25.25	25.51	25.77	26.04	26.12	26.30	26.30	26.65	26.56	26.12	25.86	25.51	25.42	25.25	24.98	
27.89	27.19	27.02	26.32	26.40	26.32	25.96	25.79	25.53	26.44	25.35	25.26	25.35	25.18	25.18	25.08	25.07	25.07	24.98	24.81	24.89	24.81	
25.88	25.79	26.05	26.58	26.75	26.58	26.75	27.72	29.12	30.79	31.23	31.75	32.11	32.28	32.19	32.28	32.11	31.58	31.14	30.44	29.56	29.21	
30.79	27.19	30.00	30.53	30.61	30.35	30.44	31.58	32.54	32.72	32.89	32.81	32.98	32.98	33.16	33.07	32.46	31.75	31.49	31.58	29.82		
27.63	27.54	27.72	27.89	28.07	28.07	27.89	27.72	27.89	28.07	28.16	28.07	28.33	28.68	28.86	29.30	29.39	29.39	29.39	29.04	28.60	28.33	28.07
29.47	30.00	27.37	29.39	24.74	29.56	29.21	29.82	30.44	30.18	30.00	29.91	30.00	30.00	30.26	30.00	29.82	30.00	30.26	29.82	29.74	29.65	29.56
31.58	31.40	32.02	31.23	30.61	30.26	30.09	31.23	31.49	31.58	31.67	31.75	31.67	31.75	31.93	31.94	31.75	31.14	31.40	32.19	31.84	31.40	30.70
30.61	30.88	31.05	30.96	31.67	31.75	31.84	32.46	32.46	32.63	32.72	32.54	32.54	32.54	32.37	32.54	32.46	32.46	32.28	32.28	32.19	32.37	
30.96	29.21	27.54	27.81	28.51	28.33	29.47	30.70	31.32	31.58	31.75	31.84	31.93	31.84	32.02	32.28	32.02	32.02	32.11	31.84	32.19	30.79	
29.65	30.09	30.35	27.28	28.86	29.04	29.47	30.88	31.40	31.49	31.32	31.67	31.75	31.67	31.67	31.67	31.58	31.05	31.40	31.05	31.05	31.23	31.32
29.65	29.30	28.16	27.02	25.79	26.84	27.28	27.63	28.51	29.82	30.09	30.18	30.35	30.35	30.79	31.05	30.96	31.40	32.02	31.49	31.32	31.05	30.70
30.44	31.40	29.39	29.30	29.82	29.74	29.47	30.26	31.14	31.05	30.96	30.88	30.70	30.44	30.61	30.35	30.79	30.00	29.56	29.39	28.86	28.42	27.81

7.0 Tabelle: Numerische Darstellung des Verlaufs der Hauttemperaturen (^{o}C) bei den einzelnen Vpn vor, während und nach einem a.T.

Herrn Professor Dr.med. P. POLZIEN
von der Med. Poliklinik der Julius-
Maximilians-Universität Würzburg
möchte ich für die freundliche
Überlassung dieses interessanten
Themas sowie für die Beratung
herzlich danken.

Lebenslauf

Name	:	BERGER, geb. MÖLLER-LIMMROTH
Vorname	:	Ulrike Katharina
Geburtsdatum/ Geburtsort	:	5. Juli 1953 zu Münster/Westf. verheiratet seit 7.12.1979 mit dem Arzt Ulrich Berger, Würzburg
Eltern: Vater	:	Prof. Dr.med. Wolf Müller-Limmroth Vorstand v. Inst. u. Lehrstuhl f. Arbeitsphysiologie d. Techn. Univ. München
Mutter	:	Hildegard Müller-Limmroth, geb. Limper

Schulbildung	:	1959 - 1964	Kath. Kreuzschule Münster (Grundschule)
		1964 - 1973	Freih. v. Stein-Oberschule Münster (bis 1965)
			Kurt-Huber-Gymnasium Gräfelfing/München
		1973	Abitur
Studium der Medizin	:	1973 - 1976	Vorklinisches Studium (Univ. Würzburg)
		14.4.1976	ärztliche Vorprüfung
		1976 - 1977	Klinisches Studium (Univ. Würzburg)
		25.4.1977	1. Abschn. ärztl. Prüfung
		1977 - 1979	Klinisches Studium (Univ. Würzburg)
		21.8.1979	2. Abschn. ärztl. Prüfung
		1979 - 1980	Praktisches Jahr:
			Gynäkologie: Univ. Würzburg
			Innere Medizin: Städt. Krankenhaus, Schweinfurt
			Chirurgie: Univ. Würzburg
		6./7.11.1980	3. Abschn. ärztl. Prüfung
		10.11.1980	Approbation als Arzt
		Seit Oktober 1980	Anfertigung der Dissertation zum Dr.med. unter Herrn Prof. Dr.med. P.POLZIEN, Med. Poliklinik, Univ. Würzburg